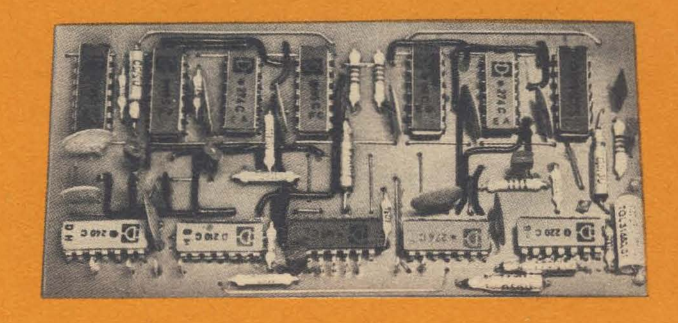


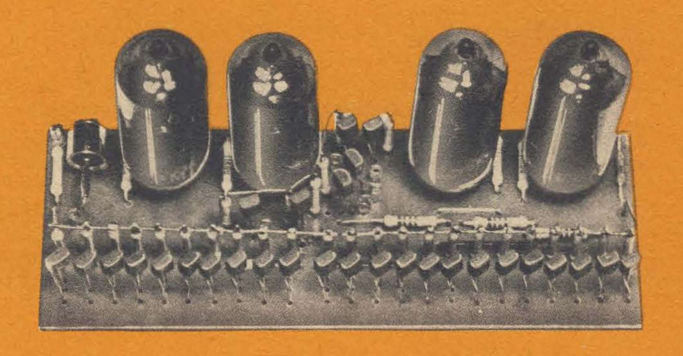


Bauplan 44
Preis 1,– M




Klaus Schlenzig

Zähler und Digitaluhr



Mit neuen Varianten

Inhalt

1. Einleitung

Digitaluhren sind, seitdem man entsprechende Zählerschaltkreise in TTL- und MOS-Technik im Handel erhält, kein ausgesprochen neues Bauobjekt mehr. An ein Bauplanobjekt jedoch müssen bekanntlich strengere Maßstäbe gelegt werden. Die Vielseitigkeit etwa des Typs D 192 oder die Attraktivität der LED-Anzeige VQB 71 auf der einen Seite bedingen derzeit noch eine größere Diskrepanz zwischen Angebot und Nachfrage, vor allem bei letztgenannter, so daß nicht mit einem ausschließlich auf sie bezogenen Bauplan noch größerer Bedarf geweckt werden sollte. Auch der derzeit noch weniger verbreitete U 121 D erfordert eine VQB 71 in der Anzeige. Auf der anderen Seite stehen 1980 wieder größere Mengen Schieberegister des Typs P 195 C aus Lieferungen des Instituts für Mikroelektronik Dresden (IMD) zur Verfügung. Ebenso verhält es sich mit Ziffernanzeigeröhren etwa vom Typ Z 570 M des Werkes für Fernsehelektronik (WF) o. ä. als Billigangebot für Amateure. Schließlich sind nach Aussage des Elektronikversands Wermsdorf Ansteuertransistoren SS 201 und SS 202 preiswert und ausreichend erhältlich. Damit ist die hauptsächliche Basis für die beschriebene Digitaluhr gegeben. Daß ein solches Objekt als Bauplangegenstand möglich wurde, hat auch in einer Zeit noch Bedeutung, in der der Weltstand durch Ein-Chip-Uhren gekennzeichnet ist, die auf Grund unserer anders gelagerten Bedingungen auf dem Amateursektor jedoch noch nicht erhältlich sind. Bei der vorliegenden Konzeption waren noch 2 weitere Gesichtspunkte zu berücksichtigen: eine aus handelsüblichen Teilen realisierbare (Netz-)Stromversorgung und die ökonomische Frage, wie viele Leser in der Lage sein würden, die immerhin etwa 350 M Materialkosten (Preise zum Manuskriptzeitpunkt, Senkungen zwischenzeitlich möglich!) aufzubringen, und wie viele von ihnen im Bauplan nach einem billigeren Objekt suchen würden, die Uhr also mehr als Information betrachten (eine Art »Magazin-Aspekt« bezüglich der Leserinteressen!). Daher enthält der Bauplan, soweit das im Umfang behandelt werden kann, noch einen 1- bis 2stelligen Zähler für Zeiten und Mengen, der sich z. B. als Rundenzähler oder als »Eieruhr« benutzen läßt. Den geringeren Kosten steht gegenüber, daß das praktisch den umgerüsteten Teil der Uhr darstellt, der bis zum Minutentakt gebraucht wird, nur auf anderen Leiterplatten. Der Leser muß dafür also 1 bis 2 P 192 C (und außerdem 1 bis 2 VQB 71) beschaffen.

Auf Grund seiner Thematik war der erste Uhren-Bauplan, Nr. 40, 1979 kurz nach Erscheinen bereits vergriffen. Aber auch Schieberegister erhielt man zu diesem Zeitpunkt kaum noch im Handel. Nachdem

sich der Verlag nun kurzfristig entschloß, dieses Thema nochmals in Bauplanform zu behandeln, mußte auf die für 1980 voraussehbare Bauelementesituation Rücksicht genommen werden. Außerdem konnte nun auch der Teilaufgabe Quarzgenerator Aufmerksamkeit gewidmet werden, und einige Detailverbesserungen der Konzeption von Nr. 40 waren möglich. Rechnet man schließlich noch die Schaltungsergänzung für die Überbrückung von Netzausfällen hinzu, so wird klar, daß dies keine Nachauflage ist, sondern praktisch ein (im Gebrauchswert erheblich erweiterter) neuer Bauplan. Dem trägt auch die neu hinzugekommene »typofix-electronic-special«-Folie Rechnung, auf der sich die beiden Varianten eines quarzgesteuerten Frequenzteilers, die dadurch neugestaltete Taktgeberplatte, die Aufbereitungsschaltung bei Nutzung einer Quarz-Analoguhr als Taktgeber und die genannte Ausfallsicherung befinden.

Der gewachsenen Direktinformation mußten einige allgemeinere Aussagen zu Flip-Flop u. ä. weichen, soweit das die Verständlichkeit der Gesamtschaltung zuließ. Geblieben ist selbstverständlich als »kleines Objekt« der 2stellige Rundenzähler, denn für seinen Bauelementeinhalt (zumindest 1Sseitig) zeichnete sich ebenfalls eine bessere Versorgungssituation ab. Die erwarteten Mengen an P 192, P 193, P 195 und P 274 kommen ja auch unmittelbar dem »Hauptobjekt« zugute. Günstig ist auch der Umstand, daß die verschiedenen Varianten der Takterzeugung auch für im Stunden- und Minutenteil beliebig anders gestaltete Digitaluhren geeignet sind, wenn ein entsprechend leistungsfähigerer Transformator vorhanden ist. Dadurch sind Schaltungen und Folien dieses Bauplans selbst ohne eine speziell zu dieser Variante vorliegende Schaltungs- und Folielösung auch für all jene von Interesse, die, im Besitz von genügend VQB 71 und D 147/D 192, diese Art einer Digitaluhr aufzubauen gedenken.

Die Fülle der hinzugekommenen Informationen machte wiederum eine Beschränkung auf das Nötigste erforderlich. Der Austausch der LC-Generatorplatte gegen eine der möglichen Quarzvarianten verlangt daher schon entsprechende Aufmerksamkeit.

Kurzbeschreibung der Uhr (Grundausstattung mit LC-gesteuertem Takt) Bestückung: 6 × P 195 C, 3 × P 174 C (274 C bzw. weitere 3 × P 195 C), 2 × P 192 C, 2 × P 193 C, 1 × P 210 C, 4 × P 220 C, 1 × P 240 C, 29 × SS 201, 4 × SF 215 o. ä., 4 × Z 570 M; bei Sekundenanzeige noch 2 × P 147 C, 2 × VQB 71.

Stromversorgung: netzspannungssicherer 1-A-Klingeltransformator für die Schaltkreise, 0,5-A-Klingeltransformator mit umgerüsteter Sekundärseite für die Ziffernröhren, Netzausfall-Überbrückung nachrüstbar.

Prinzip: Schieberegister mit Minutentakteingabe; direkte Ausgabe der Ziffern 0 bis 9 über SS 201 auf die Katoden von 13-mm-Ziffernanzeigeröhren. Rückstellmöglichkeit auf 0000, Schnell- und Langsamstellen im Stunden- und Minutenbereich, Stoppmöglichkeit und Rücksetzen der Einersekunden auf 0. Erweiterung um Weckzeitvorwahl und Weckbetrieb möglich.

Die Zeitbasis der Uhr kann beliebig gewählt werden (also auch von einem Quarzgenerator mit Teiler). Als ökonomische Variante wird ein 256-Hz-LC-Generator eingesetzt, der im Versuchsbetrieb unstabilisiert eine Ungenauigkeit von maximal 20 s/Tag aufwies (mit wechselnder Richtung; temperatur- und spannungsabhängig). Das dürfte für mittlere Ansprüche ausreichen, zumal das Stellen besonders bei eingebauter Sekundenanzeige recht einfach ist. Anzeige- und Ansteuerteil (mit Minuteneingang) werden auf 2 senkrecht zueinander montierten Leiterplatten der Größen 45 mm × 142,5 mm und 65 mm × 142,5 mm (65 mm ist auch die Bauhöhe) untergebracht. Austausch des Generatorteils durch einen Quarztaktgeber ist möglich.

2. Variantendiskussion

Eine Digitaluhr mit im Handel angebotenen mittelintegrierten TTL-Schaltkreisen kann auf mindestens drei Arten realisiert werden (Bild 1 bis 3). Bild 1 zeigt die z. Z. gebräuchlichste Variante. Sie erfordert derzeit nicht ausreichend erhältliche 7-Segment-Anzeigen; bei Decodern ist die Lage nicht wesentlich anders. Variante 1 hat einen Strombedarf für den Anzeigenteil (ab Sekundentakt), der – auf Anzeige bis zu den Sekunden bezogen – aus dieser Bestückung hervorgeht: 6 × VQB 71, 6 × P 147, 6 × P 192. Gemäß Informationskennwerten aus Bauplan 37 bedeutet das 6 × 65 mA + 6 × 85 mA für die Schaltkreise und etwa 6× 50 mA für die Anzeigen, also 1440 mA. Dazu kommt der Strombedarf des Taktgebers, der je nach Aufwand (z. B. 100-kHz-Quarz plus 5 × P 192) bis zu etwa 430 mA betragen kann. Außerdem sind noch einige »Hilfsgatter« zu versorgen, die jedoch – wie auch der Taktgeber – bei allen

Varianten in der einen oder anderen Form erforderlich sind. Variante 2 unterscheidet sich von Variante 1 im Anzeigeteil. Statt der 7-Segment-Decoder für die LED-Anzeigen treiben 1-aus-10-Decoder Ziffernröhren, die es bekanntlich bis zu 50 mm Ziffernhöhe für Preise zwischen nur noch 6 und weniger als 20 M als Basteltypen gibt (vgl. Bauplan Nr. 36). Gegenüber der relativ kleinen Ziffernhöhe der VQB 71 erhält man wesentlich weiter ablesbare Anzeigen mit formschönen Ziffern. Das zunächst als nachteilig empfundene Problem der nötigen Röhrenspannung für diese Anzeigen kehrt sich in einen Vorteil um, wenn von der im vorliegenden Bauplan gebotenen Lösung Gebrauch gemacht wird. Darauf soll jedoch erst an entsprechender Stelle näher eingegangen werden.

Das Hauptproblem von Variante 2 liegt dagegen in den ebenfalls nur selten erhältlichen Decoderschaltkreisen, da diese nur als Importe aus der ČSSR und aus der UdSSR zur Verfügung stehen. Sie tauchen bisweilen im Amateurbedarfshandel auf – wenn ein Elektronik-Betrieb Überplanbestände freigegeben hat.

Variante 3 sieht zunächst etwas unübersichtlich aus. Während nämlich bei 1 und 2 die von der Digitaltechnik her nun schon »gewohnte« Zählart angewendet wird, bei der ein integrierter Schaltkreis die Zahl angekommener Impulse an 4 Ausgängen im BCD-Code ausgibt (vgl. Bauplan Nr. 33 und Bauplan Nr. 37), wird bei 3 ein anderes Prinzip benutzt. In seiner Auswirkung ist es »durchsichtiger«, denn nun steht für jede Ziffer direkt der entsprechende Ausgang zur Verfügung: Am Anfang zeigt Ausgang 0 an, daß noch kein Impuls angekommen ist; in der Zählfolge 1 bis 9 werden danach die Ausgänge 1 bis 9 »aktiv« – jeder nur solange, bis der nächste Impuls die gezählte Impulsmenge um 1 erhöht. Beim Übergang von 9 auf 0 wird der Übertrag in die nächste Dekade vorgenommen. Diese »unmittelbare Decodierung« erlaubt z. B. den Anschluß von Leuchtdioden oder transistorbetriebenen Lämpchen, von denen jede mit der entsprechenden Ziffer numeriert werden kann. Prinzipiell wäre das schon eine recht gut ablesbare Uhr. Eleganter und mit diesem Prinzip auch unmittelbar zu realisieren ist die Anzeige mit Ziffernröhren. Sie benötigen aber – im Unterschied zu Variante 2 – nun keinen Decoderschaltkreis mehr, sondern lediglich je Katode einen spannungsfesten Schalttransistor, der in Form des SS 201 für etwa 2 M preiswert zur Verfügung steht. (Ganz Vorsichtige geben 40 Pfennig je Ziffer mehr aus und setzen den SS 202 ein.)

So einfach, wie der Zählwert ausgegeben wird, sieht die Realisierung des Problems allerdings nicht aus. Dazu sind Schieberegister-Schaltkreise vom Amateurtyp P 195 und D-Flip-Flop vom Typ P 174 oder P 274 erforderlich. Wo sie knapp sind, kann man sie (was allerdings weniger ökonomisch ist) durch je einen weiteren P 195 ersetzen. Auch der P 195 besteht aus Flip-Flop. Sie sind jedoch in einer bestimmten Weise verknüpft, so daß ein für die Dauer eines Taktes an den Dateneingang gelegtes H oder L mit jedem Takt um einen Ausgang weitergeschoben wird.

Für die Strombilanz dieser Variante wirkt sich günstig aus, daß die Ziffernröhren aus einer anderen Quelle gespeist werden als die Schaltkreise. Schließlich sollte der Bauplanleser stets die sicherste Lösung anstreben, und leider ist das Spektrum unserer Klingeltransformatoren auf 1 A begrenzt. Aus bestimmten Gründen, die sich aus einer möglichst rationellen Gesamtlösung ergaben, wurde der Sekundenteil auch dieser Variante mit 2 × P 192 entworfen. Die »Mindestlösung« (Sekunden werden nur gezählt, aber nicht angezeigt; Sekundenteil gibt Minutentakt aus) besteht außer den Gattern dann aus 2 × P 192, 6 × P 195, 3 × P 174 (P 274) und benötigt damit 2 × 85 mA, 6 × 60 mA, 3 × 14 mA (25 mA). Das sind insgesamt nur etwa 600 mA – wesentlich weniger als die Variante a und damit gut für Speisung aus einem 1-A-Klingeltransformator geeignet. Hinzu kommt stets der Bedarf der Takterzeugung.

Aus all diesen Gründen wurde Variante 3 für das »große Objekt« dieses Bauplans als Grundgerät gewählt. Im »kleinen Objekt« lernt der Leser dennoch auch mit VQB 71 und P 147 zusammen mit P 192 umzugehen, was gleichzeitig der komfortableren Stufe des »großen Objekts« (Sekundenanzeige) zugute kommt.

3. Elektronisches Zählen und Anzeigen; das Flip-Flop (»Trigger«)

Ein Blick auf die Anzeige eines elektronischen Zählers, eines Digitalvoltmeters (DVM) oder einer Digitaluhr gibt Antwort auf die Frage, welche Zahl von Impulsen gerade registriert wurde. Dabei hat die Digitaluhr nur teilweise eine dekadische Ausgabe (Einersekunden, Einerminuten, Stunden bis 10 bzw. 20); die übrigen Stellen erfordern – geht man von Dekadenzählbausteinen aus – eine sogenannte Zählweitenbegrenzung auf die Werte 0 bis 5 bzw. 0 bis 2.

Aus der »klassischen« Digitaltechnik stammt – von der gegebenen Technik her sinnvoll – die Anwendung eines Zahlensystems, das nur mit den Werten 0 und 1 auskommt, entsprechend z. B. den beiden Zuständen eines Schalters, also Aus und Ein. Eine solche 2wertige Logikschaltung ist auch elektronisch (kontaktlos) leicht zu realisieren. Eine elektronische Schaltung mit diesen 2 stabilen Zuständen heißt Flip-Flop oder bistabiler Multivibrator.

Ein Flip-Flop läßt sich so ansteuern, daß erst jeder 2. Eingangsimpuls (u. U. noch mit zusätzlichen Bedingungen, z. B. Taktsteuerung) am Ausgang (bzw. an den invers, also entgegengesetzt zueinander reagierenden beiden Ausgängen) wieder den ursprünglichen Zustand herstellt. Zufällige Zustände beim Einschalten können je nach Typ über einen Reset-(Rücksetz-)Eingang auf einen definierten Ausgangszustand gebracht werden oder mit dem Set-(Setz-)Eingang in den dazu umgekehrten (inversen). Flip-Flop eignen sich damit z. B. als Frequenzteiler. Durch Hintereinanderschalten von n Flip-Flop wird die Teilung 2 : 1 zur Teilung 2^n : 1. Aber auch beliebige andere Verhältnisse (ungeradzahlige!) lassen sich durch Rückführungen einstellen. Man vergleiche dazu Bauplan Nr. 37.

Das 4-Bit-Schieberegister P 195 enthält 4 Flip-Flop. Sie sind so verbunden, daß sie folgendes bewirken (Bild 4, vgl. dazu auch Bauplan Nr. 38!): Liegt am Dateneingang ES ein H oder ein L und ist MC auf »Serienschiebung« gestellt (an Masse gelegt), so bewirkt der 1. Taktimpuls die Übernahme dieser Information in die 1. Stufe, an deren Ausgang sie nun erscheint. In unserer Uhr wird ES ein L zugeführt, jedoch nur einen Takt lang. Nach dem 1. Takt und der Übernahme von L in Stufe 1 wechselt ES auf H und bleibt dort bis zum nächsten Zählzyklus. Mit jedem Taktimpuls wandert das L um einen Ausgang weiter. Mit dem 5. Impuls wird es »hinten hinausgeschoben«, z. B. in das nächste Register. Da ein P 195 nur 4 Schritte zählen kann, braucht man für eine Zähldekade 2 × P 195 sowie 2 weitere entsprechend dieser Aufgabe verknüpfte Flip-Flop, die günstig im Gehäuse eines P 174 (P 274) zur Verfügung stehen. Genaueres dazu siehe Abschnitt 5.

4. Zählbaustein für Zeiten und Mengen (das »kleine Objekt«)

4.1. P 192, P 147 und VQB 71 – eine vielseitige Konzeption

Seitdem integrierte Zählschaltkreise erhältlich sind, können viele Aufgaben in Industrie und Wohnbereich rationell gelöst werden. Es würde daher für die Leser dieses Bauplans einen Informationsverlust bedeuten, wenn sie nicht auch zu der in der Überschrift genannten Kombination eine Bauanleitung erhielten. Nach den eingangs gegebenen Erläuterungen fällt das Verständnis der Funktion einer solchen Zähldekade sicherlich nicht mehr schwer:

Die Ziffern der 7-Segment-Anzeige VQB 71 mit gemeinsamer Anode für die 7 × 2 strichförmigen Leuchtdioden (2 je Segment) werden durch Ansteuern von 2 bis 7 ihrer Segmente mit einem Strom in der Größenordnung von 10 mA je Segment erzeugt (vgl. Bauplan Nr. 33). Die Segmente heißen a bis g, von oben aus gezählt im Uhrzeigersinn (g ist der Mittelbalken). Soll diese Anzeige nun, von 0 beginnend, jeweils genau die Zahl von Impulsen anzeigen, die an den Takteingang »Zählen vorwärts« des Zählschaltkreises P 192 C gelangt sind, muß der VQB 71 dies »übersetzt« werden. Aus der Impulsfolge von 0 bis 9, die der P 192 zu zählen vermag, gibt er bekanntlich an seinen 4 Ausgängen Q_A bis Q_D je eine BCD-verschlüsselte »Tetrade« aus H und L aus, die der Decoderschaltkreis P 147 C in die »7-Segment-Sprache« übersetzt. Damit sieht die vollständige Zähldekade zum Zählen von 0 bis 9 Impulsen so aus, wie in Bild 5 dargestellt. Die 7 Widerstände begrenzen die Segmentströme auf für Anzeige und Decoderausgang zulässige Werte. Der P 147 »zieht« jeweils das zu aktivierende Segment gegen 0, die nicht beteiligten Segmente liegen »hoch«.

Wie in der Digitaltechnik üblich, fehlen bei dieser Darstellung die Versorgungsanschlüsse Plus und Minus. Auf der Leiterplatte müssen sie selbstverständlich angeschlossen werden!

P 147 C und P 192 C wurden im Bauplan 37 mit all ihren Möglichkeiten, von denen im folgenden nur ein Teil genutzt wird, vorgestellt.

Mit dem P 192 C kann nicht nur vorwärts (also 0, 1, 2 usw.) gezählt werden, sondern auch rückwärts. Außerdem läßt er sich rückstellen und voreinstellen (d. h., von einem vorgewählten Wert aus kann vor- oder rückwärts gezählt werden).

Zählen mit dem P 192 C

Der P 192 C hat für Vor- und Rückwärtszählen getrennte Eingänge. Dabei darf grundsätzlich jeweils nur einer von beiden Eingängen Zählimpulse erhalten. Im Ruhezustand muß an beiden Zähleingängen (ZV und ZR) H-Eingangsspannung liegen. Durch jeden negativen Zählimpuls, der kurzzeitig an einem Zähleingang L-Eingangsspannung hervorrufen kann, wird der Zählerstand entsprechend der Zählschrittfolge und der Zählrichtung (vorwärts oder rückwärts) um eine Ziffer verändert. Der neue Zählerstand erscheint an den Ausgängen Q_A, Q_B, Q_C und Q_D in codierter Form. Außerdem hat jeder Schaltkreis 2 Ausgänge für Übertragsignale, und zwar für Übertrag beim Vorwärtszählen den Ausgang ÜV und für Übertrag beim Rückwärtszählen den Ausgang ÜR. Die negativen Übertragsignale liegen nur während der Impulsdauer des Zählimpulses an demjenigen Übertragausgang an, der den Übertrag bewirkt. Durch die Übertragausgänge ist es möglich, höherstellige Zähler durch Zusammenschaltung mehrerer Schaltkreise ohne aufwendige externe Netzwerke aufzubauen.

Durch einen H-Spannungsimpuls am Eingang R (Rückstellen) wird der Speicherinhalt aller 4 J-K-Flip-Flop gleichzeitig gelöscht und damit der Zähler auf Null zurückgestellt. Das Rückstellsignal hat gegenüber allen anderen gleichzeitig an anderen Eingängen anliegenden Signalen Vorrang!

Vor Beginn des Zählvorgangs lassen sich die 4 J-K-Flip-Flop mit jedem möglichen Zählerstand voreinstellen. Dazu erhalten die Dateneingänge A, B, C, D diejenigen Pegel (H oder L), die zu den zugehörigen Ausgängen (A zu Q_A, B zu Q_B usw.) übertragen werden sollen. Ein negativer Spannungsimpuls am Eingang L (Laden) bewirkt mit seiner Vorderflanke (H nach L) das Einspeichern der gewählten Pegel in die den Dateneingängen zugeordneten Flip-Flop, und die Daten erscheinen an den Ausgängen Q_A bis Q_D. Nicht zuletzt muß folgendes beachtet werden: Der P 192 C zählt nur entsprechend aufbereitete Impulse. Sie müssen eine Mindeststeilheit haben (also kleine Anstiegs- und Abfallzeit, höchstens 500 ns), eine Mindestdauer (30 ns) und eine Mindestamplitude. Die Amplitude liegt durch die TTL-Technik im Bereich 2,4 bis 5 V fest. Außerdem ist die Impulsfolgefrequenz auf 20 MHz begrenzt, einen Wert, den aber nur »Profis« benötigen werden. Diese Impulse müssen also am Ausgang einer Wandlereinheit erscheinen, die auf das zu zählende bzw. zu messende Ereignis anpaßt (z. B. ein relativ komplizierter Analog-Digital-Wandler beim Digitalvoltmeter, ein einfacher Sekundentaktgeber dagegen bei einer 6stelligen, ein Minutentaktgeber bei einer 4stelligen Uhr). Aus diesen Informationen ergibt sich, daß die Kombination P 192 C, P 147 C und VQB 71 erst zusammen mit einer »Aufbereitungsschaltung« funktionsfähig wird und daß man zum Zählen über 9 hinaus eine 2. Zähldekade benötigt. Ein Zähler für zunächst noch nicht definierte Ereignisse (die am Eingang der Aufbereitungsschaltung auftreten), der bis 99 zählen kann, ist daher nach Bild 6 zu gestalten.

4.2. Rundenzähler bis 9 oder bis 99

Bild 6 ist Ausgangspunkt eines Zählers für Zeiten und Mengen. Als Beispiel für Mengenzählung wurde die Aufbereitungsschaltung bereits als »prellfreier Schalter« ausgelegt, wie er aus Bauplan Nr. 37 schon bekannt sein dürfte. Diese Möglichkeit der Stückzählung wird alle interessieren, die zu Hause mit einer Autorennbahn spielen; sie ist aber gleichzeitig vielfältig für Zählaufgaben in Schule und Betrieb zu nutzen. In Bild 6 wurden auch die Rückwärts-Zählanschlüsse mit berücksichtigt, und bei Bedarf kann die Leiterplatte um Voreinstellungsanschlüsse ergänzt werden. Damit wird der Zähler noch vielseitiger. Aus Platzgründen enden die Beschreibung und die Realisierung in diesem Bauplan beim Ausgangsimpuls nach 9 (bei 1 Dekade) bzw. 99 (bei 2 Dekaden) gezählten Impulsen. Bei der Autorennbahn kann dieser Impuls z. B. ein selbsthaltendes Relais hinter einem Treibertransistor ansteuern, mit dem über einen Tongenerator (z. B. mit P 210 realisiert, vgl. Bauplan Nr. 37) ein Haltesignal gegeben wird und das außerdem die anderen Bahnen (der »Verlierer«) abschaltet. Da selbstverständlich jede Bahn einen solchen Zähler braucht, wird man aus Preis- und Beschaffungsgründen die Leiterplatten wohl zunächst nur mit jeweils einer Zähldekade bestücken und sich mit 10 Runden zufriedengeben. Der Vorteil der gut ablesbaren elektronischen Ziffernanzeige gegenüber dem in der Standardausrüstung solcher Rennbahnen enthaltenen kleinen mechanischen Zähler dürfte jedenfalls offensichtlich sein. Der Vorzug elektronischer Zählerschaltkreise, daß sie recht schnell zählen können, bringt für den praktischen Einsatz allerdings einige Probleme. Schmale Störimpulse, die man normalerweise nicht wahrnimmt (höchstens auf Spezialoszillografen oder durch Impulsverbreiterungsschaltungen mit Monoflop), veranlassen den Zähler bereits zu reagieren. Es gibt kein Patentrezept gegen diesen Ärger. Da die Stromversorgung eine beliebte »Hintertür« für solche Impulse ist, empfiehlt sich für diesen Zähler, wenn er nur kurzzeitig benötigt wird, Speisung aus einer eingebauten Batterie. Bei dem zwar nicht verbotenen, vom Hersteller aber nicht mehr bezüglich Funktion und Störabstand garantierten Betrieb unterhalb von 4,75 V ergibt sich z. B. die Möglichkeit, 2 × RZP 2 (also 4 V) zu benutzen. Schaltkreise und Anzeige nehmen bei dieser Spannung wesentlich weniger Strom auf, so daß Rennen bis zu 2 Stunden möglich sind. Danach müssen die Akkumulatoren kontrolliert aufgeladen werden, d. h. mit etwa 20 mA über ungefähr 30 Stunden, wobei die Ladespannung nicht über 2,3 V steigen darf (Bauchbildung!). Der Zähler wird mit dieser Batterie zusammen in ein Gehäuse aus kupferkaschiertem Hartpapier gesetzt, dessen Kupferfolie mit der Schaltungsmasse zu verbinden ist. Die 2. kritische Stelle ist der Eingang der Aufbereitungsschaltung. Eine verdrillte, ggf. abgeschirmte Leitung führt zu dem vom vorbeifahrenden Objekt betätigten Mikrotaster (Ausführung mit Hebel). In hartnäckigen Fällen ist auch der Mikrotaster zu schirmen. Schließlich erwies sich noch eine RC-Kombination (ebenfalls in Bild 6 eingetragen) als nützlich, besonders gegen die Auswirkungen von Funken zwischen Stromabnehmer und Fahrbahn. Sie gestattete eine Stromversorgung nach Bild 6b.

4.3. Leiterplatten

Für die Anwendung in Abschnitt 4.2. entstanden die Leiterplatten nach Bild 7 bis Bild 9. Sie wurden relativ klein gehalten. Jede Dekade hat auf der einen Seite alle nötigen Ein- und Ausgangs- sowie Versorgungsanschlüsse (auch weitere, für diese Anwendung nicht benötigte, wurden herausgeführt, soweit der Platz reichte). Auf der anderen Seite enden die Leiterzüge so an der Kante, daß sie unmittelbar auf die Anzeigeplatte gelötet werden können (Bild 10). Auf der Anzeigeplatte befindet sich außerdem die Schalterplatte mit dem 2teiligen Tastenschalter für Einschalten der Batterie und Rückstellen des Zählers sowie mit dem P 200 C, der zu einer Hälfte den prellfreien Eingangsschalter und zur anderen Hälfte das Rückstell-Flip-Flop bildet. Bild 11 zeigt eine Ansicht des Zählermoduls.

4.4. Eieruhr

Der gleiche Baustein kann als Kurzzeituhr modifiziert werden, also z. B. mit einem 10-s-Takt bis maximal 990 s zählen (Auslösung bei 1000 s) oder mit einem 1-s-Takt zur Auslösung bei 100 s (Toastzeit). Allerdings ist jetzt Voreinstellen nötig, sonst führt die Sache stets zu harten Eiern und schwarzgebranntem Toast.

Aus Platzgründen kann auf dieses ebenfalls recht interessante Objekt an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden.

5. Digitaluhr mit direkter Decodierung (das »große Objekt«)

Für diese Uhr bestanden bei Manuskripterarbeitung noch die am besten überschaubaren Voraussetzungen.

Vorgestellt wird ein Modell, um dessen »Kern« (4stellige Zähl- und Anzeigeeinheit mit P 195 C, P 174 C bzw. P 274 C und mit einigen Gattern sowie mit 4 × Z 570 M als 13-mm-Anzeige) die übrigen Funktionseinheiten nach freier Wahl mit zunehmendem Komfort aufgebaut werden können.

Die Grundausstattung enthält zwar nur einen LC-Oszillator begrenzter Genauigkeit; Quarzvarianten werden jedoch vorgestellt.

Die 4stellige Anzeige der Grundausstattung (Stunden, Minuten) kann – wie im realisierten Mustergerät – leicht durch eine kleine Zusatzplatte mit 2 × P 147 C und 2 × VQB 71 auf Sekundenanzeige ergänzt werden. Die für die BCD-Ausgabe an die P 147 C nötigen beiden P 192 C sind bereits im Sekundenteiler enthalten.

Umgekehrt läßt sich bei einer »abgerüsteten« Variante sogar direkt ein Minutentakt erzeugen. Das spart 2 × P 192 C, 2 × P 193 C und einige Gatter, erfordert für schnelles Stellen jedoch zusätzliche Maßnahmen. Für den Anfang erscheint daher die im folgenden zunächst vorgestellte Lösung als die vernünftigste. Ihr »Steckbrief«:

– über Klingeltransformator aus dem Netz gespeiste Digitaluhr mit 4stelliger 13-mm-Ziffernanzeige,
– direkte Decodierung durch Einsatz von MSI-Schieberegisterketten,
– Sekundenanzeige mit 7-mm-LED-Anzeigen nachrüstbar,

– erzielbare Ganggenauigkeit je nach Taktgeber,
– Quarzzeitbasis statt des LC-Generators paßt in das gleiche Volumen,
– Stellfunktionen: schnell (ein 24-h-Durchlauf in etwa 40 s möglich), langsam (durch kurzes Antippen der nichtrastenden Taste Voreinstellgenauigkeit besser als 1 min), stop (setzt Einer-Sekunden auf 0 und stoppt den Zählbetrieb, bis die z. B. durch Zeitzeichen oder im Fernsehen ausgewiesene genaue Zeit erreicht ist, dann sekundengenauer Start), Rücksetzen (setzt das Ziffernröhrendisplay auf 0000),
– durch den Parallelbetrieb der Informationsausgabe werden Rundfunkstörungen vermieden, wie sie bei Multiplexverfahren auftreten können; diese Betriebsart erleichtert auch das Nachrüsten von Schalt- und Weckeinrichtungen wesentlich,
– Bestückung weitgehend dem Marktangebot angepaßt,
– Kosten, je nach Ausstattungsgrad, um 350 M (ohne Quarzzeitbasis),
– Richtmaße 70 mm × 150 mm × 150 mm,
– Masse etwa 1700 g,
– vollisoliertes Gehäuse.

5.1. Schieberegister und Speicher-Flip-Flop

Die Handhabung von Schieberegistern des Typs P 195 für Zählzwecke wurde bereits in Bauplan Nr. 36 (»Ziffernröhrenmosaik«) und besonders in Bauplan Nr. 37 (»Digital-Mosaik II«) behandelt. Aus Bauplan Nr. 37 stammt das wegen seiner Aussagekraft hier nochmals wiedergegebene Funktionsbild (Bild 12). Daraus ergibt sich u. a. die einfache Rückstellung der Ausgänge auf H durch Umschalten von MC auf Parallelschieben und auf H liegende Paralleleingänge A bis D. (Im Bauplangerät genügte dazu das Offenlassen dieser Eingänge; höhere Störfestigkeit bei Bedarf durch gemeinsamen Widerstand von etwa 1 kΩ an +.) Der Zählbetrieb wird durch Ausgabe von L-Pegel (Ausgang nach Masse durchgeschaltet) nacheinander an den 4 Ausgängen Q_A bis Q_D realisiert, wenn zu Zählbeginn am Serieneingang ES L anliegt. Nach dem ersten Takt (die negative Taktflanke schiebt die Information zum nächsten der 4 internen Flip-Flop) muß L zu H werden, so daß die restlichen 3 Taktimpulse (am Eingang »Takt Rechtsschieben«, C 1) nur H nachschieben. Diese Bedingungen sowie die wichtige Forderung, daß die Information L oder H an ES jeweils wenigstens 25 ns früher anliegen muß als der Taktimpuls, werden durch die in Abschnitt 5.2. beschriebene Gesamtschaltung sichergestellt. Der jeweils nach Null durchgeschaltete Ausgang erlaubt den Anschluß einer einfachen Ziffernröhrenanzeige, die mit einem spannungsfesten, relativ preiswerten Transistor je Ziffer angesteuert wird (Prinzip Bild 13). Leider zählt der P 195 C nur 4 Schritte. Das reicht nur für die Zehnerstunden, wo man mit 0, 1, 2 sogar noch ein Flip-Flop übrigbehält. Schon die Zehnerminuten (0, 1, 2, 3, 4, 5) brauchen 2 Schritte mehr, und bei Stunden und Minuten sind je 2 × P 195 C plus 2 Flip-Flop nötig. Mit dem P 174 C (bzw. P 274 C) stehen in einem ebenfalls (wie P 195 C) 14poligen Gehäuse jeweils 2 Flip-Flop zur Verfügung. Das ist also für beide Fälle (6, d. h. 4 + 2, und 10, d. h. 2 × 4 + 2 Schritte) die günstigste Lösung. Beim P 174 C handelt es sich um ein D-Flip-Flop (D steht für »delay«, Verzögerung, auch »Ablage-Flip-Flop« genannt). Seine interne Funktion soll in diesem Zusammenhang weniger interessieren als die Auswirkungen davon. Die Erweiterung unseres 4-Schritt-Registers auf 6 Schritte erfordert einige Maßnahmen. Zunächst zeigt Bild 14 die Zusammenschaltung der beiden Flip-Flop des P 174 C. So wird die Information, die vor dem 1. Taktimpuls am 1. D-Eingang liegt, mit der positiven Flanke (L zu H) dieses Impulses in das 1. Flip-Flop übernommen. Sie erscheint damit am Ausgang Q und liegt also jetzt auch am 2. D-Eingang, wo sie mit der positiven Flanke des 2. Taktimpulses übernommen wird und am 2. Q-Ausgang erscheint. Der 3. Taktimpuls schiebt das gewünschte L dann (wie der 5. Impuls beim P 195 C) aus diesem 2-Schritt-Register wieder heraus – in das nächste oder (je nach Gesamtschaltung) wieder zum Eingang des 1. Registers dieser praktisch zum Ringzähler zusammengeschalteten Registerkette (Bild 15). Aus praktischen Gründen wurde auf der Leiterplatte dem 1. Flip-Flop jeweils der 1. und dem 2. der letzte Schritt zugeordnet, z. B. 0 und 9.
Der P 174 C benötigt gerade die entgegengesetzte Taktflanke wie der P 195 C, um die Information weiterzuschieben. Darum wird am Eingang für einen der beiden Typen ein den Taktimpuls umkehrender Transistor erforderlich. Das ist einfacher, kleiner und mit geringerem Strombedarf verbunden als der Einsatz eines Gatters an dieser Stelle. Im weiteren Signalverlauf erfolgt die Umkehrung durch $\overline{Q}$ des P 174 C.
Nachdem z. B. die Minuten-Zählkette bei 9 angelangt ist, gibt sie den 10. Impuls an die Zehnerminutenkette weiter. Diese steht durch den beim Stellen einmalig nötigen »Reset« zunächst auf 0. Der Ausgangsimpuls des Minutenzählers wirkt nun als Takt für den Zehnerminutenzähler.
Die an den Eingängen der einzelnen Zählketten vorhandenen Kondensatoren sind für einwandfreie Funktion darum nötig, weil – wie bereits erwähnt – die weiterzureichende Information am Eingang schon (aber auch noch!) vorhanden sein muß, wenn der Taktimpuls ankommt. Ohne diesen »Stützkondensator« würde der Takt, der ja an allen Flip-Flop gleichzeitig anliegt, z. B. die Information am Ausgang des einen Flip-Flop bereits von L auf H umgeschaltet haben, und das übernehmende nächste Flip-Flop erhält damit statt des »weiterzureichenden« L, das nun schon verschwunden ist, ein nicht benötigtes H. Ergebnis: Die Anzeige wird und bleibt dunkel! Die Größe dieser den gewünschten Zustand bis zur Übernahme haltenden Kondensatoren liegt – schaltkreisexemplarabhängig – in einem relativ großen Bereich (im Muster wurden teilweise bis 0,47 µF benutzt). Gegebenenfalls also bei Auftreten dieses Effekts stufenweise von 10 nF an in der betreffenden Zählkette Wert erhöhen. Die zwischen Ausgang und »C-gestütztem« Eingang liegenden Widerstände sollen Überlastungen der Ausgänge verhindern, wenn sich die auf H geladenen Kondensatoren über auf L geschaltete Ausgänge entladen. Ohne Schutz-R sind nur maximal 1000 pF zulässig. Diese Widerstände verzögern gleichzeitig die Entladung.

5.2. Grundschaltung für Stunden- und Minutenzählung

Bild 15 zeigt den Hauptteil der Uhr, nämlich die Einheit Stunden- und Minutenzählung. Die Ausgänge liegen jeweils für den ihnen zugeordneten Zeitwert auf L (Anzeige), sonst immer auf H. Ihre relativ hohe Belastbarkeit (etwa 16 mA) läßt z. B. den direkten Anschluß von Leuchtdioden zu. Damit kann die Funktion der Leiterplatte bzw. jeder einzelnen Zählkette getestet werden, ohne daß schon die Anzeigeeinheit mit den Ziffernröhren angeschlossen werden muß. Selbst auf den Minutentakt kann man (sogar zweckmäßigerweise!) vorerst verzichten und statt dessen mit einem prellfreien Schalter eingeben (Bild 16, vgl. Bauplan Nr. 37). Ganz Sparsame vermögen nach kurzer Einübung an den leuchtenden Punkten direkt die Zeit abzulesen. Eine Anordnung der Dioden z. B. im Sinne von Bild 17 mit Bezifferung ergibt eine eigenwillige Uhrenlösung, die im ganzen um etwa 100 M billiger ist als die mit 4stelliger Röhrenanzeige, eine also für den Anfang durchaus akzeptable Lösung. So verlagert man weitere Ausgaben und Zeitaufwand bei diesem doch etwas länger dauernden Objekt in eine Phase, in der die Grundausrüstung bereits ihre Bewährungsprobe bestanden hat. Heller, weiter ablesbar und damit auch bequemer im Umgang wird diese Lösung durch Glühlämpchen mit beschrifteter Transparentabdeckung. Sie erfordern allerdings – wenn auch billige – Niederspannungs-Ansteuertransistoren (Bild 18).
In Bild 15 erkennt man die in Abschnitt 5.1. bereits skizzierten Maßnahmen wie Umkehrtransistor, Stützkondensatoren und die Rückführungen in den 4 Zählketten (Ringzählerprinzip). Außerdem enthält die Schaltung die Rückstellmöglichkeit für einen definierten Anfangszustand (0000, denn beim ersten Einschalten leuchten undefiniert stets mehrere Anzeigen in jeder Zählkette). Das geschieht bei den integrierten Schieberegistern auf die bereits beschriebene Art durch »Hochlegen« von MC, so daß dort H erscheint, und – in gewollter, notwendiger Weise kurz verzögert – durch L an C 2. Erst dadurch wird die an den Eingängen stehende Information H (offene Eingänge oder über etwa 1 kΩ an + gelegt) zu den Ausgängen übertragen. Dort aber, wo der P 195 C bereits den Anfangszustand (0) mit ausgibt, liegt Eingang A an L. Damit erscheint bei diesem Register beim Rücksetzen an Q_A ein L, so daß diese Anzeige leuchtet. Bei den P 174 C ist die Rückstellung durch einen eigens dafür vorgesehenen Eingang günstiger: Der Eingang R bringt, wenn er eine H-L-Flanke erhält, Q auf L; schaltet man dagegen S von H auf L, dann geht Q auf H ($\overline{Q}$ nimmt stets den entgegengesetzten Zustand an). Damit wird auch dieser Teil der Schaltung nach Bild 15 verständlich. Die weiteren im Bild erkennbaren Kondensatoren unterdrücken einwirkende Störimpulse. Gegenüber Bauplan 40 beachte man den zusätzlichen neuen Eingang »E_{stell}« für Schnellstellen neben »E_{min}«.

5.3. Leiterplatte Stunden- und Minutenteil

Diese Leiterplatte nach Bild 19 enthält die Zählketten für Minuteneiner (2 × P 195 C, 1 × P 274 C), Minutenzehner (1 × P 195 C, 1 × P 274 C), Stundeneiner (2 × P 195 C, 1 × P 274 C) und Stundenzehner (1 × P 195 C) sowie die beiden Transistoren für den Takt und die Stütz- und Entstörkondensatoren. Ein Gatter vom Typ P 210 C sorgt für die Rückstellung nach 23 Uhr 59. Zusätzlich befindet sich auf ihr

noch ein aus einem P 220 C gebildetes Monoflop (vgl. Bauplan Nr. 37), das den vom Sekundenteil gelieferten Minutentakt verarbeitungsgerecht verbreitert. Gegenüber Bauplan 40 wurde mit einem zweiten Eingang an diesem Monoflop die Möglichkeit geschaffen, einen Stell-Schnelltakt einzuführen (vgl. Abschnitt 5.6.). Die Original-»typofix«-Folie ist an dieser Stelle geringfügig zu verändern (vgl. rechte untere Ecke von Bild 19!). Schließlich trägt die Platte noch einen Leistungsgatterbaustein P 240 C, der die Rücksetz- bzw. MC-Eingänge ansteuert und im Sinne eines prellfreien Schalters (vgl. ebenfalls Bauplan Nr. 37) mit der Rücksetztaste gekoppelt ist. Die Rücksetztaste befindet sich am äußeren Rand auf der Generator- und Steuerplatte. Damit enthält diese Leiterplatte im Format 65 mm × 140 (142,5) mm 12 Schaltkreise und 2 Transistoren. Trotz der hohen Bauelementedichte wurde sie auf einer 1-Lagen-Leiterplatte realisiert. Dadurch gehören zur Bestückung der Bauelementeseite eine Reihe von Drahtbrücken, die man zweckmäßig zum Teil isoliert ausführt, möglichst in verschiedenen Farben. Wie Bild 20 zeigt, bleibt das Endergebnis noch gut überschaubar. Bis auf die Minutenzehner, die auf Anschlußflächen im oberen Plattenteil enden, gelang es, alle Ausgänge an eine Plattenkante zu führen, so daß sie »drahtlos« mit der Anzeigeplatte zusammengelötet werden können.

5.4. Anzeigeteil

Wie schon in Bild 13 angedeutet, ist die Ziffernausgabe (sobald man von der doch recht primitiven Lampenanzeige Abstand genommen hat) relativ einfach zu lösen. Bild 21 zeigt den Stromlaufplan der gesamten 4stelligen Anzeigeeinheit. Sie enthält 4 × Z 570 M als 13-mm-Anzeigeröhren und 29 × SS 201 als Ansteuertransistoren. Die einzelnen Ziffernkatoden je Röhre, soweit sie benötigt werden, sind mit Widerständen zur Zuführung der erforderlichen Hilfsspannung beschaltet worden (vgl. Bauplan Nr. 36, »Ziffernröhrenmosaik«). Die Transistoren liegen an einem gemeinsamen Basisteiler. Steuereingänge sind die Emitter, die von den jeweils aktiven, also in unserem Betriebsfall auf L liegenden Registerausgängen nach Masse durchgeschaltet werden. Die jeweilige Ziffernkatode kann dann leuchten – vorausgesetzt, die Betriebsspannung von wenigstens etwa 160 V liegt über einen Anodenwiderstand an der Röhre. Die gewählte Halbwellenspeisung vermeidet Gefahren durch aufgeladene Kondensatoren und erfordert nur einen relativ niedrig sperrenden Gleichrichter (SY 320/4 oder SY 204 o. ä. genügt!). Wie das auch sicherheitstechnisch durch galvanische Netztrennung und ohne einen speziellen Stromversorgungsbaustein recht einfach gelöst wurde, darüber gibt der weiter unten folgende Abschnitt Auskunft.

5.5. Leiterplatte Anzeigeteil

Die Leiterplatte nach Bild 22 hat die gleiche Breite wie die des Sekunden- und Minutenteils (142,5 mm), ist allerdings nur 45 mm tief. Ihre Zuleitungsflächen passen stoßgenau an die der ebengenannten Platte; für die 6 Drähte der Zehnerminuten sind Stecklötösen vorhanden. Die begrenzte Fläche (sonst würde die Uhr unnötig groß) wurde durch stehende Anordnung der meisten Widerstände besser ausgenutzt (vgl. auch Bild 23). Es ergab sich gleichzeitig eine übersichtlichere Leitungsführung durch Abfangen der oberen Widerstandsanschlüsse mit einem gemeinsamen Draht. Die genaue Lage der Bohrungen für die Röhrenanschlußdrähte wird durch das typofix-Abreibebild sicherlich wesentlich erleichtert. Bei der Röhrenmontage sollte eine kleine Hartpapierscheibe untergelegt werden, und es ist bereits vor dem Anlöten aller Anschlüsse auf genau senkrechten Stand zu achten – spätere Biegeversuche reißen unweigerlich die Leitungen ab! Außerdem kein Lötflußmittel auf den Rotfilterüberzug tropfen, das kann durchsichtige Stellen im Lack ergeben! Die einwandfreie Funktion der Anzeigeeinheit läßt sich unter Beachtung der dabei anliegenden Spannung einfach testen: 5 V Gleichspannung anlegen, damit die Transistoren aktiviert werden, an die Sekundärseite (6 V) eines Klingeltransformators die Sekundärseite eines 2. Klingeltransformators anschließen und dessen andere Seite, die sonst die primäre Seite ist, mit den 200-V-Lötösen der Anzeigeeinheit verbinden. Erst jetzt ersten Klingeltransformator an das Netz anschließen. Tippt man nun mit einer an Masse liegenden Prüfschnur die einzelnen (Emitter-) Eingänge an, so muß die zugehörige Ziffer leuchten, während alle anderen dunkel bleiben. Dadurch findet man leicht sowohl schlechte Lötstellen als auch eventuelle unsichere Transistorexemplare heraus. Nun können Anzeigeeinheit und Stunden-/Minuten-Einheit stoßgenau und senkrecht zueinander durch Lötkehlen sowie durch die aus den Bestückungsplänen ablesbaren Drahtverbindungen zusammengefügt werden. Anschließend legt man über einen Strommesser (Bereich etwa 1 A) bzw. zunächst einen

Schutzwiderstand (Draht, etwa 4,7 Ω) 5 V an die Stunden-/Minuten-Einheit. Diese Vorprüfung gegen zu hohe Stromaufnahme durch Falschpolungen oder Kurzschlüsse ist auch bereits vor dem Zusammenbau möglich. Zeigt der Strommesser wesentlich weniger als 1 A an, so kann der Schutzwiderstand entfernt werden. Die weitere Prüfung erfolgt zweckmäßig entweder mit den bereits für die einfache Lösung vorgeschlagenen Leuchtdioden oder eben zusammen mit der durch 200 V Wechselspannung von der Klingeltransformatorkombination als Provisorium gespeisten Ziffernröhren-Anzeigeeinheit und mit Impulseingabe durch eine prellfreie Taste, auf einer kleinen Leiterplatte als praktisches Prüfhilfsmittel aufgebaut. Die Rücksetztaste sollte auf jeden Fall provisorisch angeschlossen werden, damit ein definierter Ausgangszustand für den »Handtakt« gegeben ist, mit dem nun die Uhr schon »betrieben« und damit geprüft werden kann (vgl. dazu die eingangs dieses Abschnitts 5. gegebenen Informationen zu den »Stützkondensatoren«!).

5.6. Sekundentakterzeugung und Stellfrequenzen (Grundgerät mit LC-Generator)

Basis jeder Zeitzählung in Digitaluhren ist der Sekundentakt. Mit seiner Genauigkeit steht und fällt der Gebrauchswert der Uhr. Durch Zusammenfassung dieses Teils auf einer getrennten Leiterplatte besteht die Möglichkeit, die im folgenden vorgegebene Kompromißlösung später im weiter vorn genannten Sinne durch eine Quarzzeitbasis auszutauschen. Der Kompromiß ergab sich daraus, daß sowohl Netzfrequenz als auch RC-Generatorschaltungen zu großen Schwankungen unterworfen sind, während ein LC-Generator (noch dazu bei sparsamem Energiebedarf) durchaus in der Lage ist, die Ungenauigkeit der Uhr über 24 Stunden auf ≤ 1 Anzeigeschritt der 4stelligen Anzeige zu begrenzen. Es sollte möglichst im betriebswarmen Zustand feinabgeglichen werden, da Temperatur- und Spannungseinflüsse die Hauptkomponenten einer Frequenzänderung solcher Generatoren sind. Die Wahl der »Mutterfrequenz« wurde durch die mit sinkender Frequenz wachsende Größe von L und C nach unten hin begrenzt, so daß sich ein vernünftiger Bereich zwischen etwa 100 und 300 Hz ergab. Daraus lassen sich durch einen 2stufigen Teiler 1-Hz-Impulse gewinnen; 2 × P 192 C (also Dekadenzähler) erfordern dabei 10 × 10 Hz = 100 Hz, und 2 × P 193 C (4stufige Binärzähler) benötigen 16 × 16 Hz = 256 Hz Ansteuerfrequenz. Je nach Angebot wird demnach die Frequenz gewählt. Im Muster kamen P 193 C zum Einsatz. Die Kurvenform der Ansteuerspannung muß diesen Zählern gemäß in Rechtecke umgewandelt werden. Das übernimmt ein einfacher Schmitt-Trigger aus 2 Gattern (vgl. Bauplan Nr. 37). Bild 24 zeigt die gesamte Sekunden- und Minutentakterzeugung, gegenüber Bauplan 40 im Stellteil verändert. Für das Stellen der Uhr benötigt man verständlicherweise einen schnelleren Takt. Er läßt sich durch Umgehen des ersten Frequenzteilers gewinnen. Der Stellvorgang »langsam« wird mit der in Gebrauchslage der Uhr ganz links (etwa Mitte der Leiterplatte) liegenden Taste 1 vorgenommen. Zur besseren Treffsicherheit in der Nähe der Sollzeit entfernt man den Raststift bzw. setzt von vornherein ein Exemplar ohne Rastung ein. Mit der 2. Taste ergibt sich eine weitere Raffung durch Umgehen auch des zweiten 2stufigen Teilers (»Schnellgang«). Mit Taste 1 stellt man fein ein, und mit Taste 3 wird die Uhr angehalten, bis der voreingestellte Wert erreicht ist. In der Auslegung des Musters wirkt Taste 3 nur auf den Reset des Einersekundenteilers, so daß – wenn eine Sekundenanzeige angeschlossen ist – die Uhr bei 10, 20, 30 usw. Sekundenanzeige stehenbleibt. Man kann aber unter Berücksichtigung der 6er Rückführung (s. u.) auch den Zehnersekundenteiler-Reset mit anschließen und geht dann stets von 00 aus – eine Maßnahme, die bei fehlender Sekundenanzeige die sinnvollere sein dürfte.

Gegenüber Bauplan 40 wurde der Stellvorgang wesentlich verkürzt. Das ergibt eine »Zeitraffung« von 256 : 1 (langsam) und (256 × 60) : 1 (schnell). Das heißt: Bei »langsam« werden je Sekunde 2,5 Minutenimpulse eingezählt, und bei »schnell« stellt man je Sekunde sogar 2,5 Stunden weiter.

Die beiden Schaltkreise des Sekundenteilers müssen P 192 C sein. Am Ausgang des 2. entsteht infolge der für den Wert 6 des Sekundenzehners eingebauten Rückführung über Gatter je Minute ein allerdings sehr schmaler Impuls, der durch das Monoflop der Stunden- und Minuteneinheit auf deren Leiterplatte verarbeitungsgerecht verbreitert wird.

An den 4 Ausgängen der beiden P 192 C stehen die BCD-verschlüsselten Werte der Sekunden von 00 bis 59 zur Verfügung. Von ihnen aus kann über 8 Leitungen die in Abschnitt 5.9. beschriebene Sekundenanzeige mit 2 × P 147 C und 2 × VQB 71 auf Wunsch jederzeit »nachgerüstet« werden. Im Mustergerät ist sie bereits enthalten; den zusätzlichen Strombedarf liefert die Stromversorgungseinheit noch.

5.7. Leiterplatte Sekundentakterzeugung (Grundgerät mit LC-Generator)

Bild 25 zeigt die Leiterplatte dieser Einheit. Auf ihr befinden sich Schalenkern (Wickeldaten s. Bild 24), die frequenzbestimmenden MKL- und KT-Kondensatoren und die Feinstellmöglichkeit über Stellwiderstand (Platz für Feinabgleich-C ist vorhanden, ggf. auch noch auf der Leiterseite) sowie der Tastenschalter für alle Stellfunktionen und die Schaltkreise für die Sekundentakterzeugung. An die Folieflächen am unteren Plattenrand können die 8 Leitungen aus weicher Litze zum Sekunden-»Display« direkt angelötet werden. Den Schalenkern sollte man kleben, damit sich seine Daten möglichst nicht mehr ändern. Luftspaltveränderung bedeutet L-Änderung! Daher entfettete Kernhälften am besten dünn mit etwas Epasol-Kleber zusammenfügen und Schalenkern auf der angerauhten Leiterplatte festkleben. Zusätzlich kann ein 1-mm-Haltedraht durch das Zentralloch hindurch eingelötet werden. Während sich die Funktion des Generators noch mit einem Kopfhörer am Kollektor der Trennstufe und auch hinter dem Schmitt-Trigger feststellen läßt, empfiehlt sich für die Prüfung der Sekundentaktausgabe eine Leuchtdiode, über Vorwiderstand von etwa 470 Ω zwischen Plus und Ausgang Q_A des ersten P 192 C gelegt. Sie ist jeweils 1 s hell und 1 s dunkel.

Die ungefähre Frequenzlage des Generators läßt sich bereits durch Beobachten des Sekundentakts gut ermitteln. Zum Beispiel bedeutet zu schnelle Impulsfolge, daß C vergrößert werden muß bzw., daß der Stellwiderstand nach kleineren Werten zu verändern ist (nutzbarer Stellbereich des Widerstands je nach C etwa 10 ms). Man bedenke dabei, daß nicht nur der L-Grundwert bereits toleranzbehaftet ist, sondern daß auch die verwendeten Kondensatoren bis zu 20 % von ihrem Nennwert abweichen können. Erfahrungsgemäß ergibt sich ein zufriedenstellender Feinabgleich später an der kompletten Uhr im betriebswarmen Zustand bereits mit einer kleinsten Abgleichkapazitätsstufung von 10 nF. Selbstverständlich dürfen für diese Kapazitäten weder Elektrolyt- noch »Epsilan«-Keramikkondensatoren benutzt werden, sondern nur MKL-, KT- und Polyestertypen.

Die Veränderungen im Stellteil, die sich auf die im Handel befindliche »typofix«-Folie von Bauplan 40 beziehen, erkennt man im »durchschimmernden« Leiterbild von Bild 25.

5.8. Sekundenanzeige

Die Umsetzung der vom Sekundenzähler kommenden BCD-Impulse in eine 7-Segment-Anzeige hat keine Besonderheiten. Der Vollständigkeit wegen zeigt Bild 26 diesen nachrüstbaren Schaltungsteil. Die Vorwiderstände dürfen größer als angegeben sein, wenn die Anzeigehelligkeit dann (exemplarabhängig) noch ausreicht und sich der der Ziffernröhren dadurch besser anpaßt. Es kann bei VQB-Basteltypen manchmal sogar sinnvoll sein, einzelnen Segmenten abweichende Widerstandswerte zuzuordnen, um eine gleichmäßigere Helligkeitsverteilung der gesamten Ziffer oder auch zwischen 2 Ziffern zu erreichen (für »Ästheten«).

5.9. Leiterplatte Sekundenanzeige

Aus Gehäusehalbzeug- und Röhrenanzeigeplattenmaßen ergab sich eine etwas schmale Restfläche. Um nun die Sekundenanzeige nicht noch aus 2 Platten zusammensetzen zu müssen, wurde sie in einer Kombination aus Leiterplatte und »3-D-Verdrahtung« hergestellt. Bild 27 deutet an, wie die Widerstände zwischen den Lötpunkten von Anzeigen und Schaltkreisen zu verdrahten sind. In Bild 28 ist zu erkennen, wie das praktisch aussieht. Die Widerstandsanschlüsse sind mit Isolierschlauch zu überziehen.

5.10. Stromversorgung, Entstörung

Bei TTL-Schaltungen größeren Umfangs tritt meist das Problem auf, daß der erforderliche Strom in die Größenordnung von 1 A und mehr kommt. So brauchte man für die derzeit im TTL-Rahmen »modernste« Uhr mit Quarz, TTL-Teiler, TTL-Zähldekaden und TTL-Decodern zusammen mit LED-Anzeigen mehr als 1,5 A. Damit beginnt für viele Amateure die Suche nach einem geeigneten Transformator, und hat man ihn, so ist nicht immer sichergestellt, daß er den Schutzbestimmungen entspricht, also zwischen Primär- und Sekundärkreis die erforderliche Prüfspannung aushält. Ein Kompromiß bezüglich Störsicherheit durch Senken der Betriebsspannung noch unter die standardgemäß zugelassenen 4,75 V senkt die Stromaufnahme bei dieser Lösung ebenfalls nicht so weit, daß handelsübliche Typen mit voll getrennten Wicklungen (auf 2 Schenkel verteilt) anwendbar wären.

Auch das beschriebene Modell benötigt noch einen relativ hohen Strom, aber mit 2 Einschränkungen: Zum einen entfällt (zumindest in der einfachen Variante) ein Teil des Strombedarfs, den ein quarzgesteuerter Teiler hat, und zum anderen wurde für die Versorgung der Anzeigen eine andere Lösung gewählt. So kommt man niederspannungsseitig noch mit einem 1-A-Klingeltransformator aus, während die Röhrenspeisung so billig wie unkonventionell aus der Kombination der beiden Primärwicklungen von zwei 0,5-A-Klingeltransformatoren (KT 07) auf je einem Schenkel des Kernpakets gewonnen wird. Beide Transformatoren wird der weniger mit dem Umgang mit Netzeingängen Vertraute in ihren Gehäusen belassen und die Uhr »über Schnur« speisen; eleganter ist ihr Einbau in das Uhrengehäuse selbst, wie im Muster geschehen. Die Demontage und der neue Zusammenbau dieser Ziffernröhrenversorgung für nur 17,60 M gelingt relativ leicht, da das Kernblechpaket nur dünn mit Farbe überzogen ist. Der mit den Sicherheitsvorschriften Vertraute wird den Aufbau nach Bild 29 auf einer Hartpapier- oder Halbzeugplatte (1seitige Kupferkaschierung, Kupfer auf der den Transformatoren abgewandten Seite) ohne große Mühe nachvollziehen können. Die Transformatoren werden dicht nebeneinander mit entsprechend langen Schrauben befestigt. Die Netzanschlußplatte nach Bild 30 erfordert besondere Umsicht; sie wird z. B. mit kleinen Kunststoffklötzchen angeschraubt. Spannungsführende Netzkreisteile dürfen keinesfalls – auch, wenn sich ein Draht löst – mit berührbaren Sekundärkreisteilen in Berührung kommen! Diese Maßnahmen sind zwar weniger kritisch, sobald sich die Uhr in ihrem vollisolierten Gehäuse befindet, doch stehen davor einige Arbeiten am offenen Gerät, und vor einem Defekt durch Herunterfallen ist kein Gebrauchsgegenstand sicher. Während die Netzanschlüsse des Röhrenversorgungstransformators lang genug sind, um direkt an die Anschlußplatte gelötet zu werden, muß man die des 1-A-Transformators (leider) verlängern. Die Verbindungsstellen sind zuverlässig zu isolieren. Die Leitung ist nach den genannten Gesichtspunkten zuverlässig zu verlegen.

Auf der Netzanschlußplatte befindet sich eine Sicherung. Sie macht sich wegen des Entstörkondensators erforderlich, der ja durchaus einmal durchschlagen kann. Entstört wird durch ihn und 2 kleine Stabkerndrosseln (z. B. auch in elektrischem Spielzeug eingesetzte Typen), für deren Montage ebenfalls der Grundsatz gilt, daß unter allen Umständen eine Berührung mit Sekundärkreisen ausgeschlossen sein muß.

Für das Netzkabel wurden im Mustergerät 2 freie Lüsterklemmen über Drahtbügel eingelötet, doch erscheint es sinnvoller, das Netzkabel direkt mit der Anschlußplatte zu verbinden und mit einem Isolierstreifen zusätzlich festzuhalten, wie in Bild 31 angedeutet.

Es empfiehlt sich eine Gesamtabdeckung dieses Geräteteils, z. B. mit 0,5 mm dickem PVC, das bei Sicherungswechsel abgehoben werden muß. Dadurch erhöht sich die Sicherheit bei offenem Gerät.

Sekundärseitig werden die Anschlüsse auf der Trägerplatte abgefangen. Dabei sind die Röhrenversorgungsanschlüsse ebenfalls gegen Berühren abzudecken. Es folgen nun nochmals Maßnahmen gegen Störimpulse. Über die Netzleitung gelangen nämlich, teils direkt aus dem Netz, teils sogar über Antenneneffekte eingefangen, ständig Störungen zum Geräteeingang. Sie werden um so gefährlicher, je »steiler« ihre Impulsflanken sind, denn darauf kann jeder Teil der TTL-Schaltung reagieren. Fehlzählungen oder gar das Verlöschen von Anzeigen sind die Folge. In beiden Fällen müßte neu gestellt werden. Jede von außen in die Schaltung geführte Leitung (auch zu Meßzwecken angeschlossene) kann diese Effekte hervorrufen. Normalerweise hat die Uhr aber nur netzseitig eine solche »Antenne« nach außen, während auf anderen Wegen ankommende Störer schon durch den gedrängten Aufbau und die schirmende Grundplatte im allgemeinen ausreichend ferngehalten werden. Uhr also schon bei Erprobung nicht in der Nähe von Störquellen betreiben. Neben der unmittelbar am Netzeingang angebrachten Entstörkombination haben sich ähnliche Maßnahmen auch sekundärseitig als notwendig und zweckmäßig erwiesen. Sie bilden übrigens, zusammen mit den »2-Schenkel-Transformatoren«, auch eine ausreichende Störimpulsdämmung von innen nach außen.

Bei den Kondensatoren auf der Netzseite und im 200-V-Weg sind 1000-V-Typen nötig. Netzseitig kann sogar noch anders vorgegangen werden: In ein kleines, vollisoliertes Zusatzkästchen (auch keine berührbaren Schrauben, die nach innen ragen, dürfen vorhanden sein!) baut man eine Blech-Stabkerndrossel und einen Entstörkondensator ein, wie er etwa in Staubsaugern verwendet wird. Allerdings darf dessen Masseseite nicht mit Gerätemasse, sondern nur (wenn vorhanden und nur durch den Fachmann!) mit dem Schutzkontakt verbunden werden. In diesem Fall wird auch die Sicherung im Kästchen mit untergebracht. Als Hülle ist z. B. das Gehäuse eines der verwendeten 0,5-A-Transformatoren gut geeignet. Für die Drosseln braucht man keine allzu große Induktivität; schon UKW-Drosseln mit 10 bis 20 μH

zeigen gute Wirkung. Auch etwa 20 Wdg. Kupfer-Lack-Draht (Durchmesser z. B. 0,3 mm), auf kurze Ferritstäbe von etwa 20 mm Länge gewickelt und mit Kleber gesichert, sind geeignet. Die Wirksamkeit aller Maßnahmen zeigt ein primitiver Test am fertigen Gerät: Wird ein anderer Verbraucher (Lötkolben, Heizlüfter, Beleuchtungstransformator u. ä., also mit unterschiedlicher Störwirkung) einige Male vom Netz getrennt, darf das zwar im Rundfunkempfänger laut krachen, die Anzeige der Uhr aber nicht beeinflussen.

Die sekundäre Verdrosselung, die 5-V-Gleichrichtung (etwa 4,8 V Gleichspannung stellen sich ohnehin bei der vorliegenden Belastung ein) und die Siebkondensatoren finden auf der Leiterplatte nach Bild 32 Platz, die im Muster mit einer Schraube mit Abstandsrohr einfach an der Transformatorplatte befestigt worden ist. Den Stromlaufplan der gesamten Stromversorgung zeigt Bild 33; aus Bild 34 erkennt man die Zusammenschaltung aller Einheiten der Uhr.

5.11. Trägerplatte, Gesamtmontage

Auf einer einseitig kupferkaschierten Hartpapierplatte der Größe 145 mm × 135 mm (Kupferseite nach unten) werden Netzteilplatte mit Gleichrichter- und Siebplatte sowie Takterzeugungs- und Ansteuereinheit mit je 2 kleinen Metallwinkeln oder stabilen Kunststoffklötzchen mit Gewinde M 3 oder M 2,5 befestigt. Von unten sind Senkschrauben erforderlich. Die Transformatoren müssen auf der Platte aufliegen. Die Winkel und Schrauben dürfen nicht mit anderen Stromkreisen, sondern nur mit Masseflächen in Berührung kommen. Für die Anzeigeeinheit wurden im Mustergerät nur 2 1-mm-Stifte eingesetzt, die in (isolierte) 1-mm-Bohrungen der Anzeigeplatte greifen. Ähnlich wurde gemäß Bild 35 die Sekundenanzeigeplatte montiert. Es entsteht so eine kompakte, von hinten in das Gehäuse einschiebbare Einheit.

5.12. Gehäuse

Das Gehäuse besteht aus einem zunächst nach vorn und hinten offenen Rahmen. In die Vorderseite paßt man 2 gleich große durchsichtige Piacrylscheiben von je etwa 2 mm Dicke ein, die seitlich durch 1-mm-Stifte oder durch einen schmalen eingeklebten Polystyrol-Leisten-Rahmen arretiert werden. Zwischen beide Scheiben werden rote, durchsichtige Bastelfolie sowie eine schwarze Papiermaske eingelegt. Im Ergebnis scheinen die Ziffern hinter dieser Sichtscheibe zu »schweben«, die Sekundenanzeige (wenn vorhanden) etwas höher als die anderen.

Die Rückseite der Uhr wird mit einer ähnlichen Isolierplatte verschlossen und z. B. im verbleibenden überstehenden Rahmen von außen berührungsfrei verschraubt oder verstiftet. Bild 36 zeigt einen seitlichen Schnitt durch das Gehäuse. Die Lage der Bohrungen für die ohne Knöpfe benutzten Tasten (nur mit Isolierstab bei Bedarf betätigen!) und für die Gangkorrektur ist am fertigen Gerät zu bestimmen.

Als vernünftigste Materiallösung erwies sich für den Gehäuserahmen etwa 4 mm dickes Hartpapier, das verschraubt oder verstiftet wird. In diesem Falle kann – wenn keine Metallteile nach außen ragen – auch auf der Bodenplatte montiert werden.

5.13. Inbetriebnahme, Stellen (Beispiel mit s-Anzeige)

Nach dem Netzanschluß erscheinen meist mehrere Ziffern hintereinander. Man »klärt« mit der Rückstelltaste rechts außen auf 0000. Die Sekundenziffern laufen bereits von einer zufälligen (auch u. U. unsinnigen) Konstellation aus. Nun wird mit der Schnellstelltaste (2. v. l.) in wenigen Sekunden bis kurz vor die Realzeit gestellt. Die Feineinstellung ist durch mehrmaliges kurzes Antippen der 1. Taste v. l. möglich. Wird z. B. nach Fernsehuhr gestellt, so sollte nun die Anzeige beispielsweise etwa bei 19,29 stehen. Sobald die Sekunden mindestens 00 erreicht haben (also bei 19.30.00 bis 19.30.09) wird die 2. Taste von rechts gedrückt. Nun springen die Einersekunden ebenfalls wieder auf 0, und die Uhr »wartet« mit 19.30.00 auf die »Echtzeit«. Ist sie erreicht, Taste auslösen – die Uhr läuft. Korrekturen bei der LC-Variante, die erst im betriebswarmen Zustand lohnen, nimmt man zunächst durch Zu- oder Abschalten von Abgleichkondensatoren vor: Mehr C gibt langsameren, weniger C schnelleren Lauf. Dabei Gangkorrekturwiderstand etwa im 1. Drittel, Feineinstellung später an diesem Widerstand: Kleinerer Wert bedeutet langsameren Gang und umgekehrt.

6. Erweiterung zur Weckuhr

Am einfachsten ist das Programmieren einer festen Weckzeit. Die Parallelausgabe der Zeitinformation macht das leicht möglich. Beispiel: Wecken um 05^{15} Uhr. Mit den Ausgängen für 5 min, 10 min und 5 h sowie der 0 der Zehnerstunden werden die jeweils parallelgeschalteten Eingänge der 4 Gatter eines P 200 verbunden; die Gatterausgänge führen zu den Eingängen eines P 230. Tritt die Weckzeit ein, haben alle P 200-Eingänge L, also ihre Ausgänge H, und am P 230-Ausgang erscheint L. Mit diesem Pegel kann ein Weckgenerator angeschaltet werden. Noch einfacher aber schaltet man einen freien P 230-Eingang mit der Generatorfrequenz (256 Hz bei der LC-Variante) periodisch auf L und legt einen Kleinlautsprecher, eine Telefon-Hörkapsel oder gar eine niederohmige Ohrhörerkapsel über einen Schutzwiderstand an den Ausgang des P 230, wie in Bild 37a gezeigt. Effektvoller – im Bild schon berücksichtigt – wird der Weckton durch Unterbrechen im 1-s-Rhythmus.

Da das Signal nach 1 min verstummt, ist für hartnäckige Schläfer entweder noch ein »Selbsthalte-Flip-Flop« nötig oder – viel einfacher – die Festlegung eines 10-min-Rasters, also Wecken bei z. B. 05^{10}. Dann werden nur 1,5 und 0 zu Gattern geführt; die Minuten-Null bleibt offen. Ergebnis: 10 min Weckton von $05^{10^{00}}$ bis $05^{19^{59}}$!

Bild 37b und Bild 38 zeigen die nochmals vereinfachte 5^{00}-Uhr-Lösung mit Schlummertaste des Mustergeräts. Als Signalgeber genügte eine Ohrhörerkapsel. Bei gedrückter Schlummertaste wird außerdem um 15^{10} Uhr geweckt. Über die nach Einbau vorn liegende Taste kann abgeschaltet werden (auch als »Wochenendsperre« geeignet).

7. Andere Uhrenkonzeptionen

Mit einem Quarztakt von z. B. 100 kHz auf 1 s, also 5 × P 192 C, und weiteren 6 × P 192 C mit 6 × P 147 C und 6 × VQB 71 (beide z. Z. nicht immer erhältlich) ergibt sich die »TTL-Standard-Digitaluhr«.

Interessante Parallelen zur vorgestellten »TTL-Register-Uhr« stellen Lösungen mit den MOS-Programmschaltkreisen U 700 (nicht mehr in Produktion) und U 710/U 711 dar. 1980 werden vielleicht auch die Zähler/Decoder-MOS-Bausteine U 121/U 122 preiswert angeboten, was ebenfalls günstige Baumöglichkeiten verspricht. Nicht zuletzt sei auch auf die in radio-fernsehen-elektronik H. 10/78 beschriebene Uhr mit dem Rechnerschaltkreis U 820/821 D verwiesen, die eine eigenwillige, aber recht interessante Lösung darstellt.

Schließlich erschien mit dem Bausatz ZRU 80 des VEB Feinoptik Bad Blankenburg Ende 1979 eine weitere Variante im Handel: Fertige Transistor-Zählbausteine werden vom Käufer durch Ziffernröhren ergänzt. Vorzug: sehr kleiner Strombedarf gegenüber TTL. Der Eingangstakt und die Weckeinheit können aus Leiterplatten des vorliegenden Bauplans gewonnen werden; beides ergänzt sich also gut.

8. Erweiterungen und Verbesserungen des Grundmodells

Zwischen der Lösung nach Bauplan 40, die Mitte 1978 entstand, und 1980 liegen 2 Jahre. Zählerschaltkreise erhält man inzwischen besser, und auch Quarze sind – wenn auch u. U. mit längeren Lieferzeiten verbunden – im Elektronik-Versand Wermsdorf zu bekommen. Schließlich steht dort und in anderen Verkaufsstellen voraussichtlich bei Erscheinen dieses Bauplans auch der CMOS-Uhrenschaltkreis U 124 D zur Verfügung, der eine interessante, moderne Lösung des Taktteils zuläßt. Für alle diese Erweiterungen – die leider aus Platzgründen nur sehr knapp behandelt werden können – wurden die Leiterplatten auf dem neuen »typofix-electronic-special«-Blatt (Format A 5) »Quarzgeneratoren und Frequenzteiler« (Bauplan 44) zusammengefaßt. Die übrigen Leiterplatten kann man weiterhin in Form der beiden typofix-Blätter zu Bauplan 40 (»Digitaluhr und Rundenzähler«, Blatt 1 und Blatt 2) beziehen.

Ein Quarz hat bekanntlich das Verhalten eines Schwingkreises extrem hoher Güte und Konstanz. Er ist damit jedem LC- oder gar RC-Generator weit überlegen.

8.1. Quarzgenerator mit Transistoren und TTL-Teiler

Der bisher relativ oft erhältliche 200-kHz-Quarz im HC6U-Metallgehäuse (Preis etwa 44 M) schwingt in der bewährten Transistorschaltung nach Bild 39. In dieser Schaltung läßt sich auch ein derzeit vielleicht noch schneller greifbarer 100-kHz-Quarz im Glasgehäuse betreiben. Die Trennstufe liefert ein TTL-Signal, das mit dem JK-Flip-Flop D 172 2 : 1 in der Frequenz geteilt wird. Es entfällt bei 100-kHz-Quarz. (Der Vorsatz »D« gilt für Marken-, P für Bastelschaltkreise. Beide wurden im folgenden bei den TTL-IS weggelassen, ebenso Nachsatz »C« für Keramik- und »D« für Plastgehäuse.) Nun stehen 100 kHz zur Verfügung, die in einem 5stufigen dekadischen Teiler auf 1 Hz geteilt werden können. Dafür kommen die 192-Lösung nach Bild 40a oder die im Strombedarf genügsamere Lösung mit MH 7490 von Tesla nach Bild 40b in Frage. Beide erfordern allerdings nun doch einen etwas reichlicher dimensionierten Transformator, den Fortgeschrittene am besten auf einem M55-Kern realisieren können. (Dimensionierungsrichtlinien findet man in: Elektronik für Elektromechaniker, VEB Verlag Technik, oder Schaltungssammlung für den Amateur, 1. oder 2. Lieferung, Militärverlag der DDR.)

Diese Teiler erlauben auch das problemlose Auskoppeln von Stelltakten etwa am Punkt 100 Hz für langsames und bei 10 kHz für schnelles Stellen. Beide Teiler lassen sich auf der neuen Taktplatte gegeneinander austauschen. Bild 41a zeigt die Anordnung für die Taktplatte mit Quarzgenerator, 192-Teiler und Sekunden-zu-Minuten-Teiler (diesen wie Bauplan 40) und die dementsprechende neue Tastenbeschaltung.

Diese Leiterplatte kann statt der LC-Taktplatte auch in schon nach Bauplan 40 aufgebaute Uhren eingesetzt werden, wenn deren Stromversorgung diesen Zusatzbedarf mit liefern kann.

Nach Bild 41b wird – wahlweise – der MH 7490-Teiler bestückt, der von der Folie statt des 192-Teilers einfach im Leiterbild der Taktplatte montiert und geätzt werden kann. Aus Platzgründen – das typofix-Blatt läßt sich in der Breite nur 5 mm weniger ausnutzen – fehlen auf dem Leiterbild Teile der Umrandung. Leiterplatte also 65 mm breit schneiden, auch, wenn typofix nur auf 62,5 mm begrenzt ist.

Wenn auch im unmittelbaren Zusammenhang mit der Uhr diese Generatorvariante nur für eine leistungsfähigere 5-V-Versorgung interessant ist (maximal etwa 500 mA mehr bei 192, etwa 200 mA bei MH 7490), so bieten sich doch im Amateurlabor als quarzgenaue dekadisch gestufte Rechteckspannungsquelle mit TTL-Pegel viele Einsatzmöglichkeiten für Meß- und Prüfzwecke. Diese Folie ist damit nicht an die Uhr allein gebunden, und sowohl der Teil Quarzgenerator allein als auch die beiden Teilervarianten oder alles zusammen sind beliebig einsetzbar. Steht ein 100-kHz-Quarz zur Verfügung, so kann – wie schon erwähnt – der 172 entfallen; ein 1-MHz-Quarz legt es dagegen nahe, auf der Fläche des 172 einen weiteren 10 : 1-Teilerkreis unterzubringen. Damit ist also die Zeitbasis gleich für 3 Quarzfrequenzen geeignet, wenn sie Sekundenimpulse liefern soll!

8.2. Quarzgenerator und Teiler mit CMOS-Uhrenschaltkreis U 124 D

Der U 124 D ist eine Variante des U 114 D, ihm gegenüber fehlt die Signalausgabe im NF-Bereich. Dafür wird man ihn wahrscheinlich leichter erhalten. In der Schaltung nach Bild 42 eignen sich beide Typen.

Mit diesem Schaltkreis entfallen alle Stromversorgungsprobleme. Da gegenüber der Variante nach Bauplan 40 sogar noch 2 × 193 und in der »Minuten-Takt«-Variante außerdem noch 2 × 192 und 2 × 147 eingespart werden, muß man sogar schon darauf achten, daß jetzt bei Netzüberspannung nicht die zulässige Höchstspannung für TTL-Schaltkreise überschritten wird!

Der U 124 D braucht nur wenige Mikroampere Strom und kommt mit 1,5 V Betriebsspannung aus – daher die Stabilisierung mit einer roten Leuchtdiode auf etwa 1,7 V. Das auf dem typofix-Blatt enthaltene Leiterbild ist so ausgelegt, daß auch die bei einem U 114-Exemplar mögliche Wecktonentnahme mit Sperrungsmöglichkeit bei Bedarf mit verdrahtet werden kann.

Da Bild 42 die vorgegebene Fläche der Taktplatte bei weitem nicht ausfüllt, wurde in dieser Variante auch eine umfangreichere Weckuhrschaltung mit untergebracht (siehe Abschnitt 8.3.!).

Der U 124 D braucht ursprünglich einen Quarz von 4,19 MHz (genaue Frequenz: 4 194 304 Hz), denn er enthält neben dem Oszillatorteil einen 23stufigen Binärteiler. 2^{23} ist zwar das Doppelte dieser Frequenz, doch liefert der Schaltkreis ja normalerweise 0,5-Hz-Impulse an einen Schrittmotor entsprechend dem üblichen Aufbau von Analoguhren mit quarzgenauem Steuertakt. Diese Impulse stehen aber an 2 Ausgängen zueinander versetzt zur Verfügung. Mit relativ wenig Aufwand gelingt es, diese Impulse im Sinne einer Frequenzverdopplung einem einzigen Punkt zuzuführen. Dort werden sie gleichzeitig auf TTL-Pegel gebracht. Dadurch erhält man also auch aus jedem in gleicher Weise aufgebauten Zeiger-Quarzuhrenmodul trotz 4,19-MHz-Quarz Sekundenimpulse. Diese Möglichkeit, z. B. den im Handel erhältlichen recht preiswerten Quarzwecker oder etwa eine »Weimar-Quarz«-Küchen- oder Wohnzimmeruhr komplexer zu nutzen, wurde vom Autor bereits in der Zeitschrift radio-fernsehen-elektronik H. 1/79 beschrieben, dort für einen Küchentimer (und noch mit Import-IS, bei der die hier nicht nötige, aber auch nicht störende Differenzierung zur Gewinnung eines Abstands zwischen beiden Impulsen erforderlich war). Die zum vorliegenden Bauplan neu geschaffene typofix-Folie für die ätzfesten Leiterbilder enthält eine solche Anpaß- und Verdopplerschaltung (vergleiche Bild 42) als Teil des Leiterbilds für die CMOS-Quarztakt-Platte. Damit kann also, wenn eine solche Uhr erhältlich ist, der Raum für den U 124 D freigelassen und der Quarz auf der Leiterplatte eingespart werden. Zwischen beiden Geräten dürfen, wenn nicht in der Ziffernröhrenuhr mit Optokoppler eine störfeste Schnittstelle eingebaut wird (sie erfordert aber Energie von außen), keine langen Verbindungen liegen. Sonst wirkt sich der elektrische »Störnebel« der Wohnung verheerend auf die Anzeige aus. Am günstigsten ist dann eine konstruktiv-elektrische Kombination beider Uhren. Damit werden der »stromgenügsame«, genaue Quarztakt der Zeigeruhr und die digitale, beim Ablesen genaue und auch nachts gut sichtbare Zeitanzeige vorteilhaft kombiniert. Außerdem weckt die Digitaluhr minutengenau, was man vom Zeiger-Wecker mit seiner Stellmechanik kaum behaupten kann.

Steht der U 124 D zur Verfügung, ist jedoch im allgemeinen die Gesamtlösung nach Bild 42 vorzuziehen. Allerdings war bei Manuskripterarbeitung noch keine Möglichkeit zu erkennen, daß 4,19-MHz-Quarze in den Handel kommen. Es gibt jedoch noch (mindestens) 2 andere Lösungen, die der Autor erfolgreich getestet hat.

Lösung 1: Der Schaltkreis liefert sofort Minuten-(!)-Impulse, wenn er von einem Quarz mit 139 810,13 Hz angesteuert wird. Das ergibt sich aus der Rechnung $2^{23}/60$, denn f_{Quarz} wird auf $1/2^{23}$ geteilt, und für Minutenimpulse braucht man nur 1/60 der Frequenz gegenüber Sekunden. Die Problematik dieser an sich sehr sparsamen Variante (man braucht keinen Sekundenteiler in TTL, hat aber auch keine Sekundenanzeige) liegt im Fehlen eines »Schnelltakts« für das Stellen und für den Weckton. Das ist auch bei Sekundentakterzeugung mit U 124 D der Fall. Daher wurde für diese beiden Lösungsvarianten der Weckteil (Schallgeber getrennt montieren!) mit auf der Taktplatte nach Bild 43 untergebracht. Platz dafür ist vorhanden.

Um aus dem U 124 D einen Sekundentakt ohne 4,19-MHz-Quarz zu gewinnen (Lösung 2), muß man den Testanschluß (7) mit Masse verbinden. Nun wird nur noch 1 : 2^{19} geteilt. Aus technologischen Gründen, die der Quarzhersteller geltend machte, sollte jedoch möglichst die Frequenz 524 288 Hz vermieden werden. Mit einem (gegenüber dem großen 139-kHz-Glasgehäusequarz handlichen) Quarz von 262 144 Hz in Metallgehäuse HC6U läßt sich das Problem aber lösen, wenn wieder die schon benutzte Frequenzverdopplerschaltung eingesetzt wird. (Beim Minutentakt entfällt nämlich einer der beiden Transistoren mit RC-Glied; der andere liefert dann Minutenimpulse.)

8.3. Wecken im 5-min-Raster; Stellgenerator

Neben Rücksetzen auf 0000 und Stopp ist auf der Taktplatte zum Stellen bei den beiden CMOS-Varianten nur eine einzige Taste vorgesehen. Sie wird mit der Weckertaste »Löschen« umgeschaltet: Löschen drücken heißt langsam Stellen und umgekehrt. Zum langsamen Stellen wird an den Stell- und Weckgenerator (er besteht aus einem D 110, P 210 o. ä.) ein zweiter frequenzbestimmender Kondensator geschaltet. Im Normalbetrieb entstand im Muster eine Frequenz von etwa 1200 Hz (Abweichungen liegen im Rahmen der C-Toleranzen), die sich durch diese Maßnahme bei Bedarf auf etwa 110 Hz verringerte (vergleiche Bild 44).

Der Stell- und Weckgeneratorteil wurde innerhalb von Bild 43 so untergebracht, daß er mit 35 mm Breite auch an die Stelle des Weckteils nach Plan 40 (entspricht Bild 38 für eine feste Weckzeit) gesetzt werden kann. Nur die Hörkapsel muß an anderer Stelle montiert werden, z. B. vorn links in der Gehäusewand. Die Schaltung dieses »komfortableren« Weckteils baut auf Bild 37b auf (Bild 44). Es wurden gleichzeitig die möglichen Wahlschalter mit eingezeichnet, die man notfalls im Raum zwischen Anzeigeröhren und Zählerplatte mit vertikalen Achsen, vernünftiger aber in einem entsprechend breiteren Gehäuse neben der Anzeige mit nach vorn weisenden Achsen unterbringen kann. Es kommen in Frage

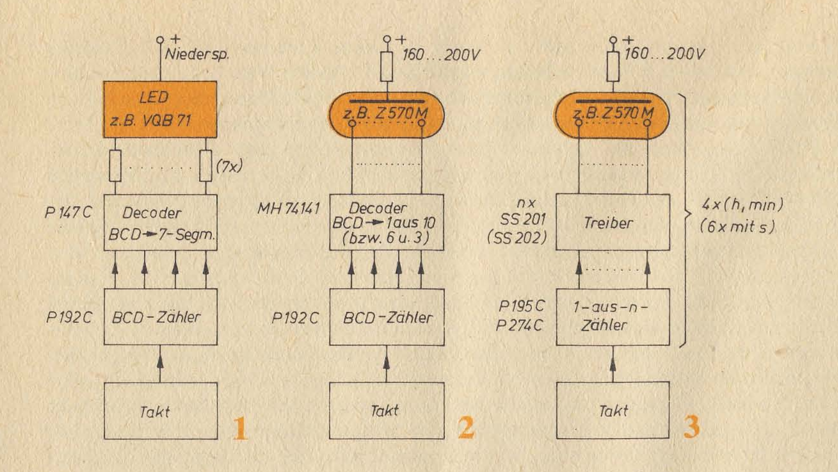


Bild 1
Derzeit gebräuchlichste Variante einer Digitaluhr (LED-Anzeige)

Bild 2
Digitaluhr mit Ziffernröhren und 1-aus-10-Decodern

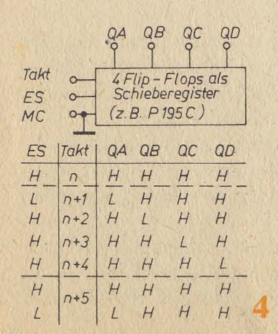
Bild 3
Digitaluhr mit Ziffernröhren und direkter Decodierung in den Zählstufen (gewählte Variante)

Bild 4
Als Schieberegister verknüpfte Flip-Flop und ihre Ausgangszustände in Abhängigkeit von Takt und Zustand des seriellen Eingangs ES (Registertyp P 195 C). MC: Steuereingang (vgl. Bild 12)

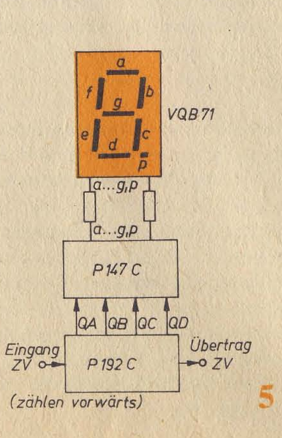
Bild 5
Zähldekade mit LED-Anzeige

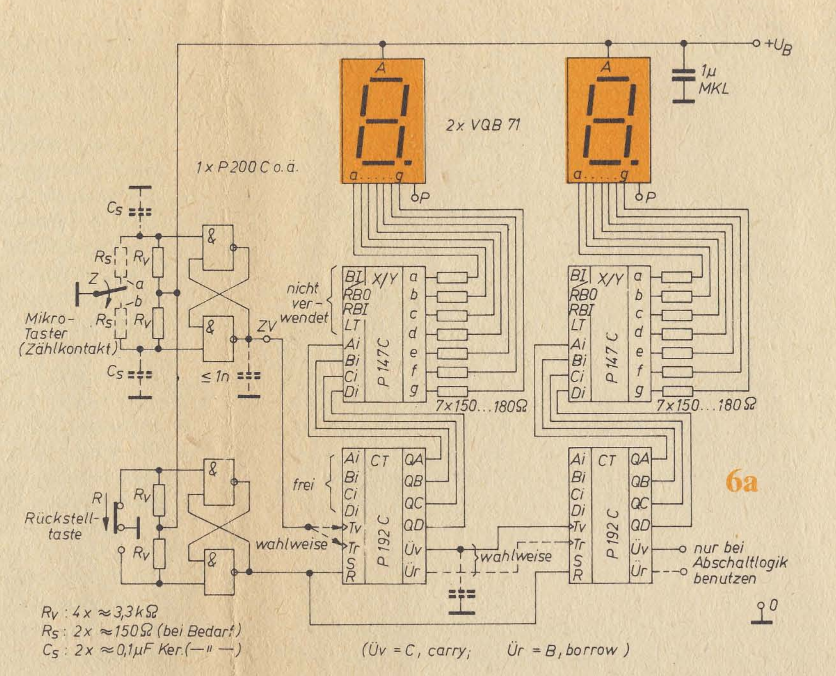
Bild 6
a – vollständiger Ereigniszähler für 0 bis 99 (ohne 2. Dekade: 0 bis 9). Wird der Zählkontakt über eine Leitung angeschlossen, dann sind R_S und C_S unbedingt erforderlich. Betrieb ist dabei auch aus Netzteil nach b möglich (Vorlast legt Batteriespannung in den geforderten Bereich)

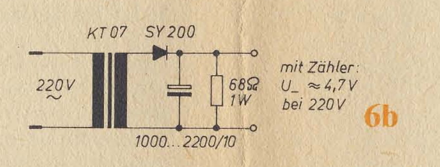
Bild 7
Leiterbild und Bestückungsplan einer Zähldekade mit Zählschaltkreis P 192 C und Decoder P 147 C sowie mit den Strombegrenzungswiderständen für die LED-Anzeige



ES	Takt	QA	QB	QC	QD
H	n	H	H	H	H
L	n+1	L	H	H	H
H	n+2	H	L	H	H
H	n+3	H	H	L	H
H	n+4	H	H	H	L
H	n+5	H	H	H	H
L		L	H	H	H







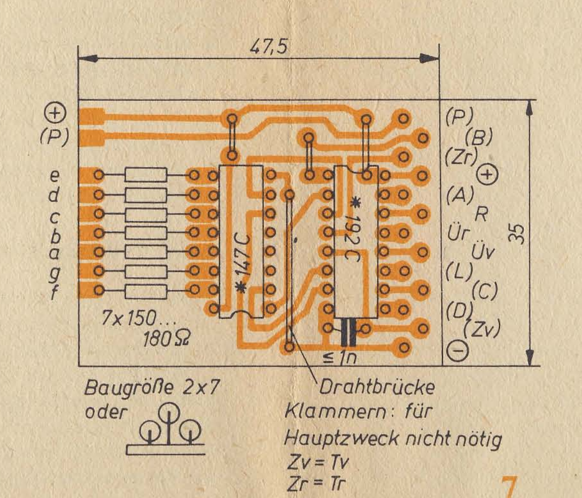
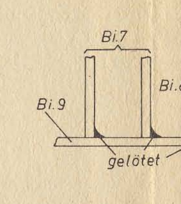
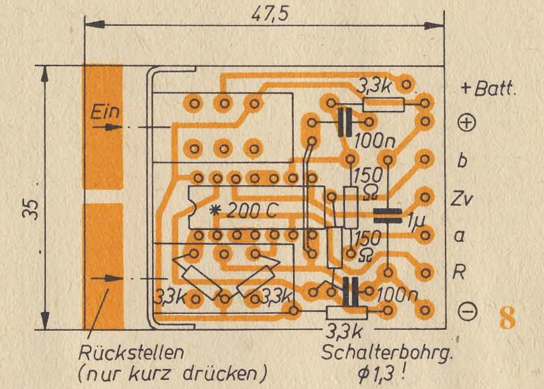


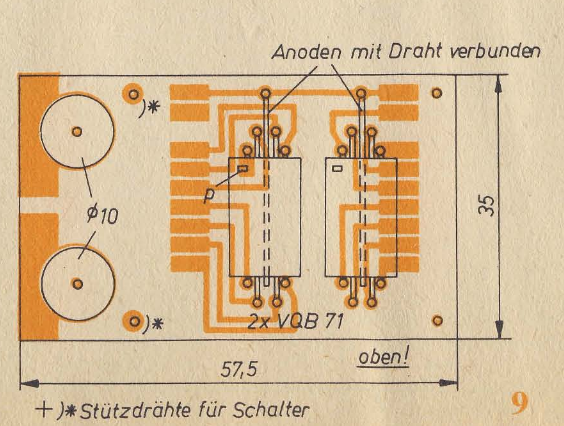
Bild 8
Leiterbild und Bestückungsplan der Ansteuer-, Entprell- und Siebteilplatte mit Tastenschalter für Einschalten und Rückstellen auf 00

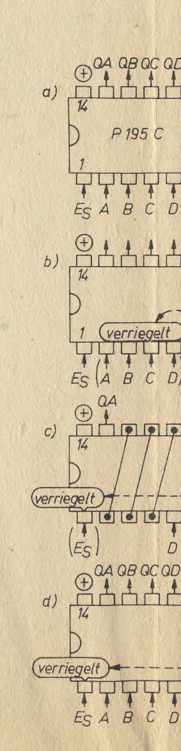
Bild 9
Leiterbild und Bestückungsplan der 2stelligen LED-Anzeige für den Zähler von 0 bis 99

Bild 10
So werden die beiden Zählerplatten und die Schalterplatte senkrecht auf die Anzeigeplatte aufgelötet. An der Rückseite werden Drahtverbindungen durch die Bohrungen gefädelt und angelötet









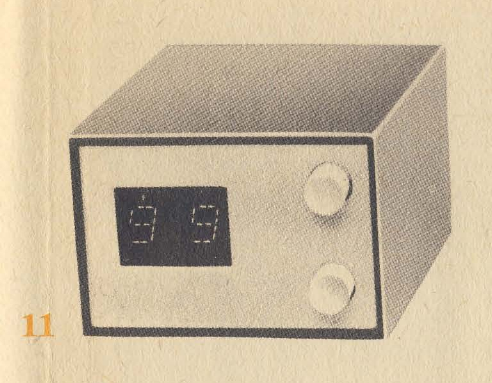
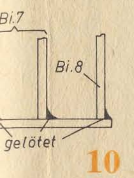
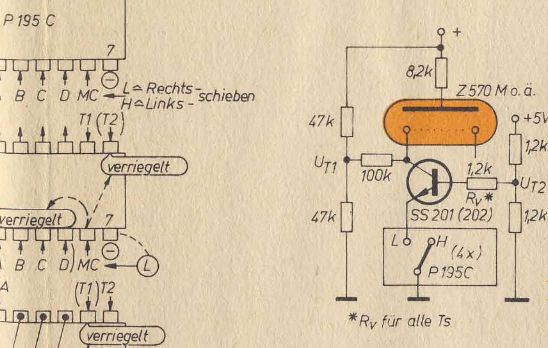

11

Bild 11
Ansicht des Zählers 0 bis 99

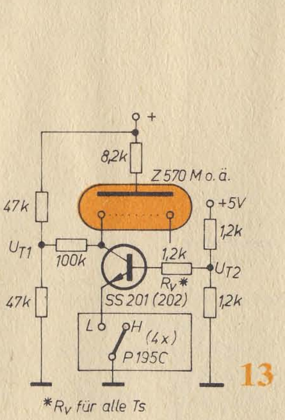


10

Bild 12
Mögliche Arbeitsweisen des Schieberegisters P 195 C,
a – Anschlußbild; b – serielle Vorwärtsschiebung, Eingang ES, Takt T 1, MC auf L; c – serielle Rückwärtsschiebung, Eingang D, Takt T 2, MC auf H, Spezialverdrahtung; d – Parallelschiebung, Eingänge A bis D, Takt T 2, MC auf H



12



13

Bild 13
So kann eine Ziffernanzeigeröhre von einem P 195 C angesteuert werden. Das Bild zeigt die vollständige Beschaltung sowie einen von maximal 10 nötigen Transistoren

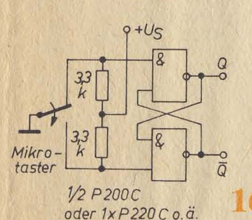
14

Bild 14
P 174 C (P 274 C), als 2-Bit-Schieberegister zusammengeschaltet (Achtung – P 174 C benötigt gegenüber P 195 C umgekehrten Takt!). In T 2 bei R und S Kreise nachtragen

15

RG: P 195 C
T: 1/2 P 174 C
(1/2 P 274 C)

Bild 15
Kern der Uhr: Zähl- und Ansteuereinheit mit Minutentakt-Eingang, Rückstellung auf 0000 und Ausgabe für die Ansteuertransistoren der Anzeigeeinheit nach Bild 21.
An Minuteneingang leiterseitig bei Bedarf 470 pF gegen Masse zur Störunterdrückung löten!
Achtung – vertauschte Zuordnung der Transistoren zu den Takteingängen gegenüber Bild 19 ohne Bedeutung!



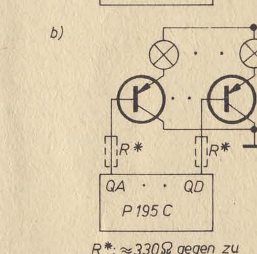
16

Bild 16
Mit dieser bekannten Schaltung kann zunächst am Minutentakteingang in »Zeitlupe« die Schaltung nach Bild 15 angesteuert und geprüft werden



17

Bild 17
Mögliche Anordnung einer »Billiganzeige« für Bild 15



18

Bild 18
Möglichkeiten der Anzeige nach Bild 17: a – mit Leuchtdioden, b – mit transistorgeschalteten Lampen

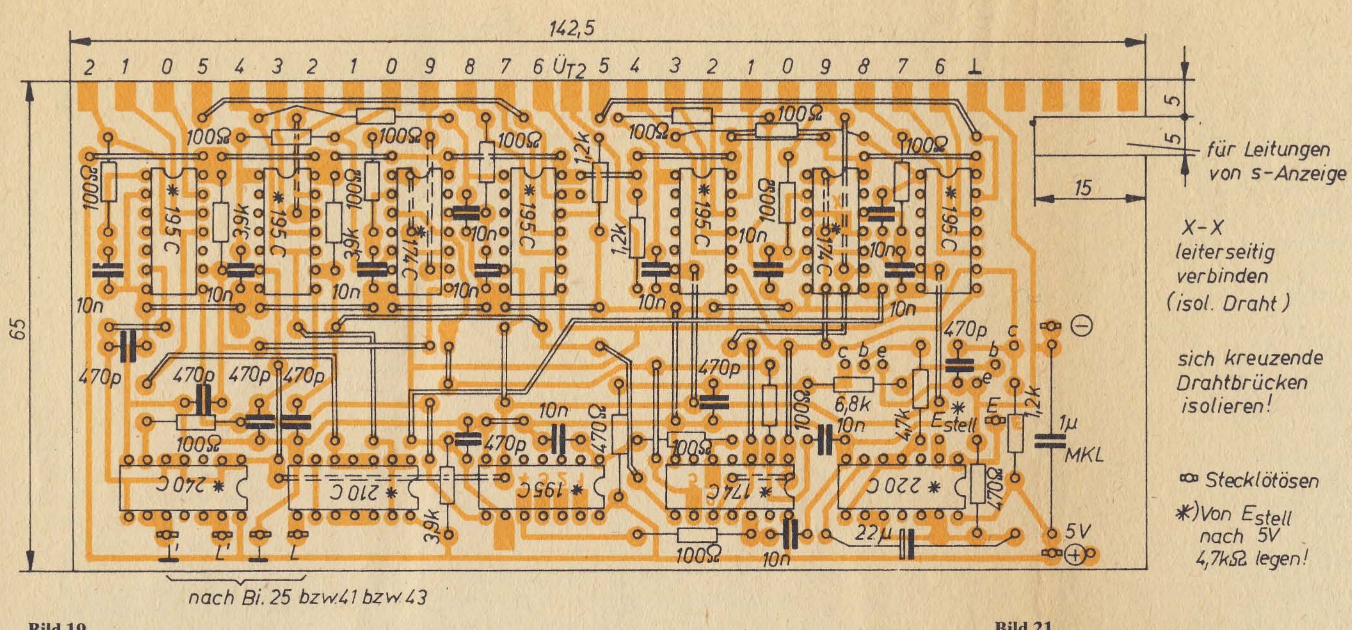


Bild 19
Bestückungsplan für die Zähl- und Ansteuereinheit nach Bild 15. Im (spiegelbildlich sichtbaren) Leiterbild beim rechten P 220 C beim Abreiben der »typofix«-Folie zwischen 1. und 2. Anschluß auftrennen und neues Lötauge für E_{stell} abreiben!

Bild 20
Ansicht der Leiterplatte zu Bild 15 (noch vom Versuchsmuster, für Nachbau gelten die Zeichnungen! Bild siehe Titel)

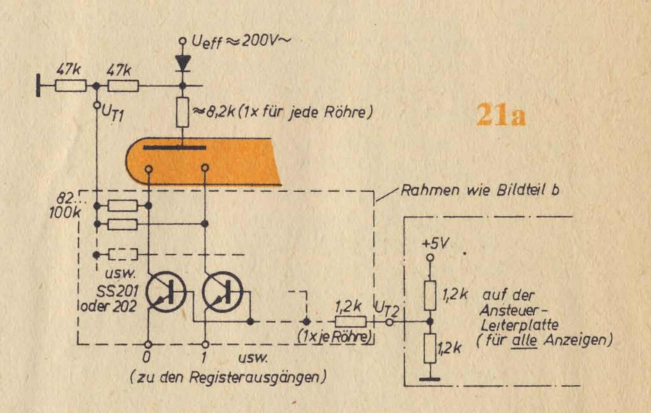


Bild 21
Anzeigeteil für Stunden und Minuten mit 13-mm-Ziffernröhren: a – Detaildarstellung der Ansteuerung, b – Gesamtbild

Bild 24
Sekunden- und Minutentakterzeugung sowie Stellfunktionen. Verbessern der U-Stabilität möglich durch 2 × VQA 13 in Serie hinter 33 Ω nach Masse (gestrichelt; leiterseitig einlöten, ebenso die SAY 30 im Zählerteil). Bitte 470 p am Ausgang gegen Masse nachtragen! 100 p parallel 1,2 k ist ebenfalls 470 p

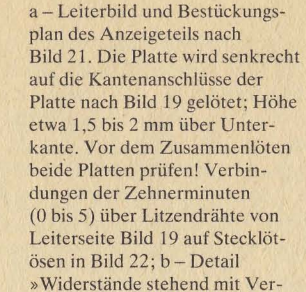
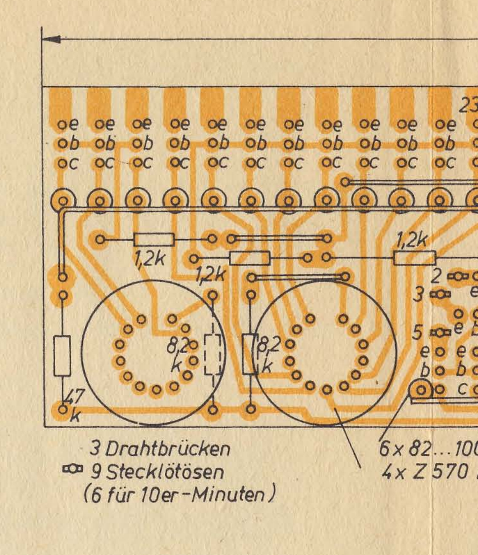
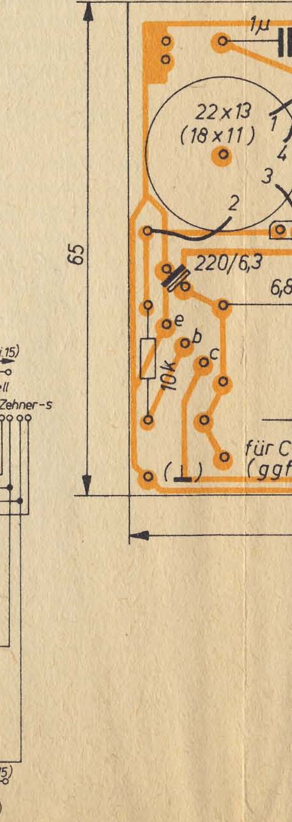


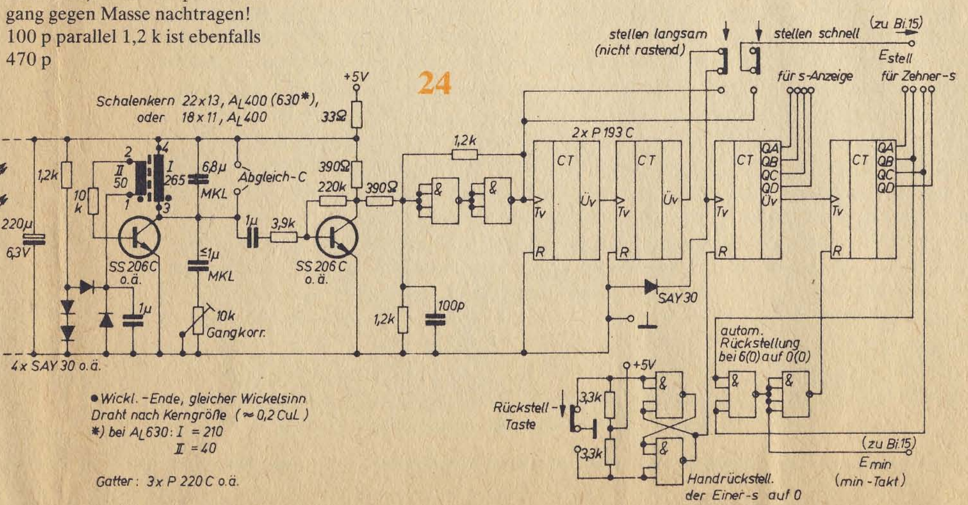
Bild 22
a – Leiterbild und Bestückungsplan des Anzeigeteils nach Bild 21. Die Platte wird senkrecht auf die Kantenanschlüsse der Platte nach Bild 19 gelötet; Höhe etwa 1,5 bis 2 mm über Unterkante. Vor dem Zusammenlöten beide Platten prüfen! Verbindungen der Zehnerminuten (0 bis 5) über Litzendrähte von Leiterseite Bild 19 auf Stecklötösen in Bild 22; b – Detail »Widerstände stehend mit Verbindungsdraht«

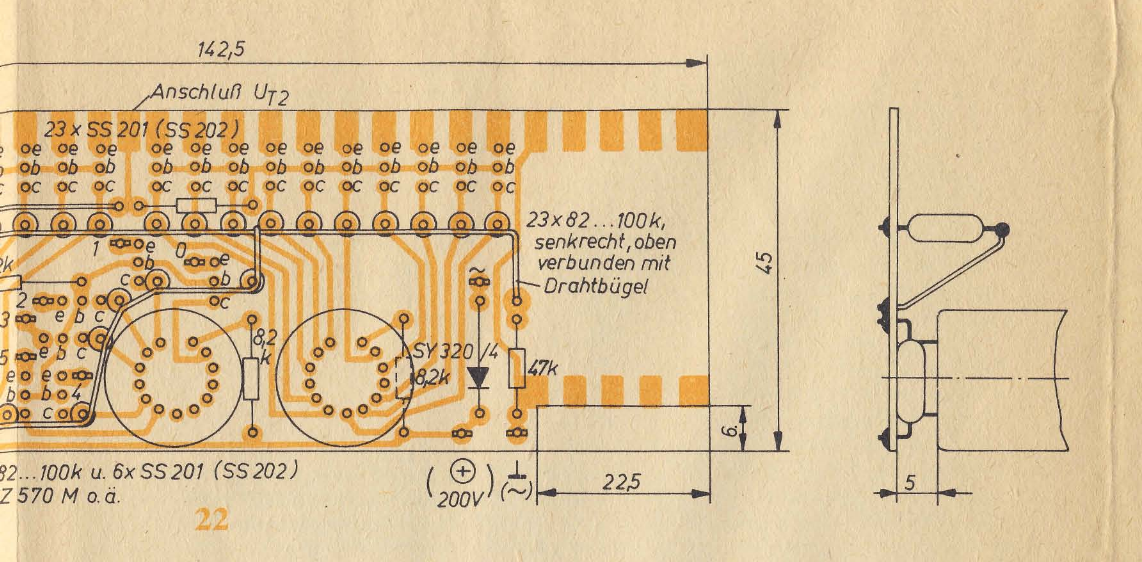
Bild 23
Ansicht des Versuchsmusters zu Bild 22 (siehe Titel)

Bild 25
Leiterbild und Bestückungsplan zu Bild 24 (LC-»Taktplatte«). Für die Abgleichkondensatoren (MKL und KT) wurden mehrere Lötaugen vorgesehen. Bei Benutzen der unverändert gebliebenen »typofix«-Folien von Bauplan Nr. 40 Leiterbild-Detailänderungen Nähe Tasten beachten (Rasterdruck), mit Bild 24 vergleichen!

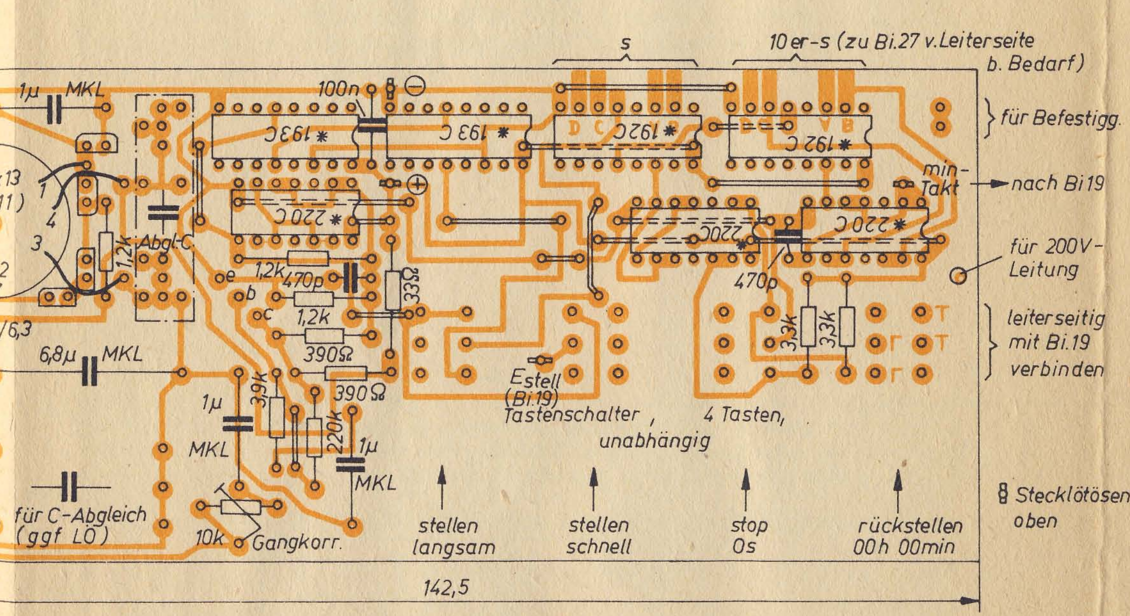








22



25

1. Auflage, 1.–25. Tausend ·
Cheflektorat Militärliteratur · Lizenz-Nr. 5 · LSV: 3539 · Lektor: Rainer Erlekampf · Zeichnungen: Manfred Schulz
Typografie: Helmut Herrmann · Hersteller: Hannelore Lorenz · Korrektor: Ingeborg Kern · Printed in the German Democratic Republic · Gesamtherstellung: Grafischer Großbetrieb Sachsendruck Plauen · Redaktionsschluß: 20. Januar 1980 · Bestellnummer: 746 168 0

als raumgünstigste Variante: 1 Febanadrehschalter 1 Ebene, 10 Stufen (Einerstunden), 1 ebensolcher mit 6 Stufen (Zehnerminuten) sowie 2 Simetoschalter, gemäß Bild 45 für die Wahl der Zehnerstunden kombiniert, und 1 Simetoschalter für die Entscheidung »0 oder 5 Minuten«. Durch diese Beschaltung würde aber nur jeweils 1 min geweckt. Der Transistor an den freien Gattereingängen von 5-min- und Zehnerminuten-Stufe hält sich jedoch über den beim Wecken am 5-min-Ausgang erscheinenden H ab Weckzeitpunkt selbst geöffnet. Er greift noch in die Zehnerminuten-Stufe ein, so daß erst bei Erreichen der nächsten Stunde wieder ein L am Eingang des 230 erscheint und den Weckvorgang beendet. Die kürzeste Weckzeit ist damit 5 min, nämlich bei der Einstellung Xh 55 min. Man kann natürlich auch die Stundenstufe mit in diese Selbsthaltung einbeziehen. Dann sind 65 bis 120 min Weckton möglich.

Der Weckvorgang kann für 5 min ausgesetzt werden, wenn die 4. Stufe auf 5 min steht, und auf 10 min, wenn sie auf 0 min gestellt wurde, wenn man die Schlummertaste schließt. Das L der auf diesen Pegel bei Weckbeginn schaltenden Zehnerminutenstufe wird nun nämlich bis zur nächsten Zehnerminute auf den 230 geschaltet. Die Löschtaste ist erst zu drücken, wenn das Wecksignal ganz abgeschaltet werden soll. Damit entfällt die Selbsthaltung über den Transistor. Löschen ist aber erst möglich, wenn eine Minute nach der Weckzeit vergangen ist – eine Hilfe für hartnäckige Schläfer. Daher Löschtaste auch nur nichtrastend auslegen, so daß sie eindeutig von der Schlummertaste zu unterscheiden ist! Da diese beiden Tasten Einzelschiebetasten sind, ist jeweils eine Hälfte frei. Sie wird bei der Löschtaste benutzt, um beim Stellen den Generator (vorübergehend, da nichtrastend!) auf langsameren Gang umzuschalten. Wem der Schalteraufwand zu hoch erscheint, der kommt gut mit einer wenigstens 32-poligen Buchsenleiste für 1-mm-Steckkontakte aus und programmiert Einerstunden und Zehnerminuten mit 2 kleinen Programmsteckern (Bild 45). Stecker mit Litze verringern die nötige Buchsenzahl sogar auf 15! Die 3 Simetoschalter sollte man dagegen beibehalten.

Drehschalter empfehlen sich aber, wenn 2 Schläfer nacheinander geweckt werden sollen. Der erste dreht dann den betreffenden Schalter auf die (z. B. mit einer Leuchtdiode markierte) nächste Weckstellung.

8.4. Batterieautomatik für Netzausfall

Auf der »typofix«-Folie war für diese äußerst nützliche Zusatzschaltung gerade noch Platz (nach rechts wieder Leiterplatte 2,5 mm länger halten!). Sie paßt mit ihren nur 20 mm Breite dann auch noch »irgendwo« in das Gerät.

Gegenüber der vom Autor zunächst gewählten Schaltung mit 4 × 2-Ah-Nickel-Cadmium-Sammlern (eine teure Angelegenheit!), die ständig über eine Verdopplerschaltung zu puffern waren, erschien die jetzige Lösung doch weitaus sinnvoller. Üblicherweise muß man die Uhr vor allem vor kurzen Netzeinbrüchen schützen, da sonst die Register »durcheinander« gerieten. Das ist ähnlich selten wie ein schneller Ortswechsel zu einer anderen Steckdose. Normale TTL-Technik läßt längere Batteriezeiten wegen des großen Strombedarfs ohnehin nicht zu. Ergebnis dieser Überlegungen war die Schaltung nach Bild 46 mit Leiterplatte nach Bild 47, und benötigt werden nur 4 langlebige handelsübliche »leakproof«-Monozellen für zusammen etwa 5 M. Diese Automatik reagiert trotz der gegenüber der Batteriespannung meist wesentlich kleineren Netzteilspannung richtig – sie liefert nur Batteriestrom, wenn die Netzteilspannung einem für die Zählstufen kritischen Mindestwert nahekommt. Eine Verlängerung des Gehäuses nach hinten um den Durchmesser der Monozellen schafft für diese genügend Platz.

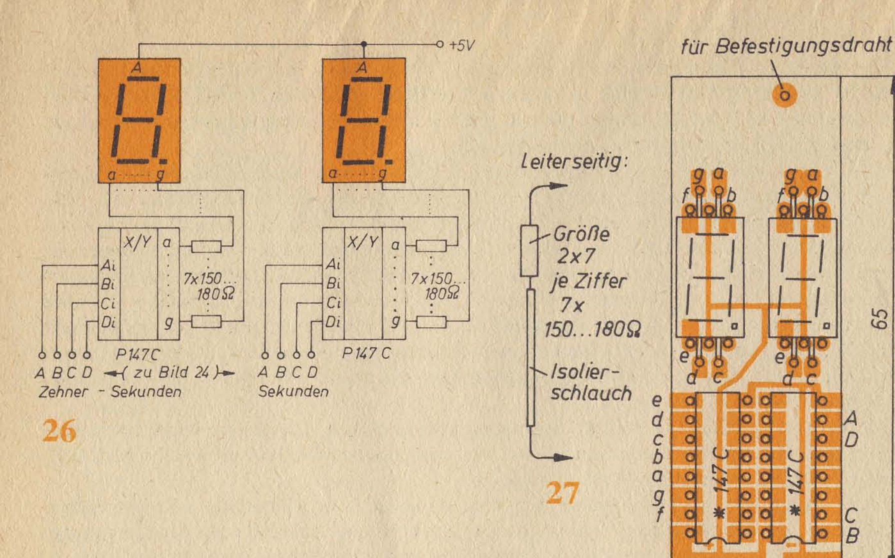
8.5. Wichtige Hinweise

Beim Nachbau beachte man unbedingt die folgenden Informationen, die sich aus der Erprobung der endgültigen Baugruppen ergaben. Sie konnten auf Grund des Terminablaufs nicht mehr in den Zeichnungen berücksichtigt werden. Die »typofix«-Folien enthalten bereits die erforderlichen Ergänzungen.

Bild 39: 6,8 k in 4,7 k; 4,7 k (vor 180 k) in 680 Ω; 100 p (parallel 180 k) in 680 p ändern.

Bild 40: Da die Ausgangsimpulse an den $Ü_v$-Ausgängen sehr schmal sind, eignen sie sich nicht als Wecktöne. Man greift den Weckton besser z. B. an Q_C des zweiten oder an Q_A des dritten 192 ab. Ähnlich ist bei MH 7490 zu verfahren. Die entsprechenden Lötpunkte wurden in der »typofix«-Folie vorgesehen (im Raster sind sie nicht enthalten).

Bild 41: Die beiden Lötpunkte unter den außen liegenden Teiler-IS sind nur »Zielpunkte« für den wahlweisen Einsatz des 192- oder des 7490-Folienteils. Bei der Bestückung sind die geänderten Werte laut Hinweis zu Bild 39 zu beachten. An die Stromversorgungsanschlüsse sollte noch eine Kombination aus 100/10 und 47 n (keramisch) angelötet werden.



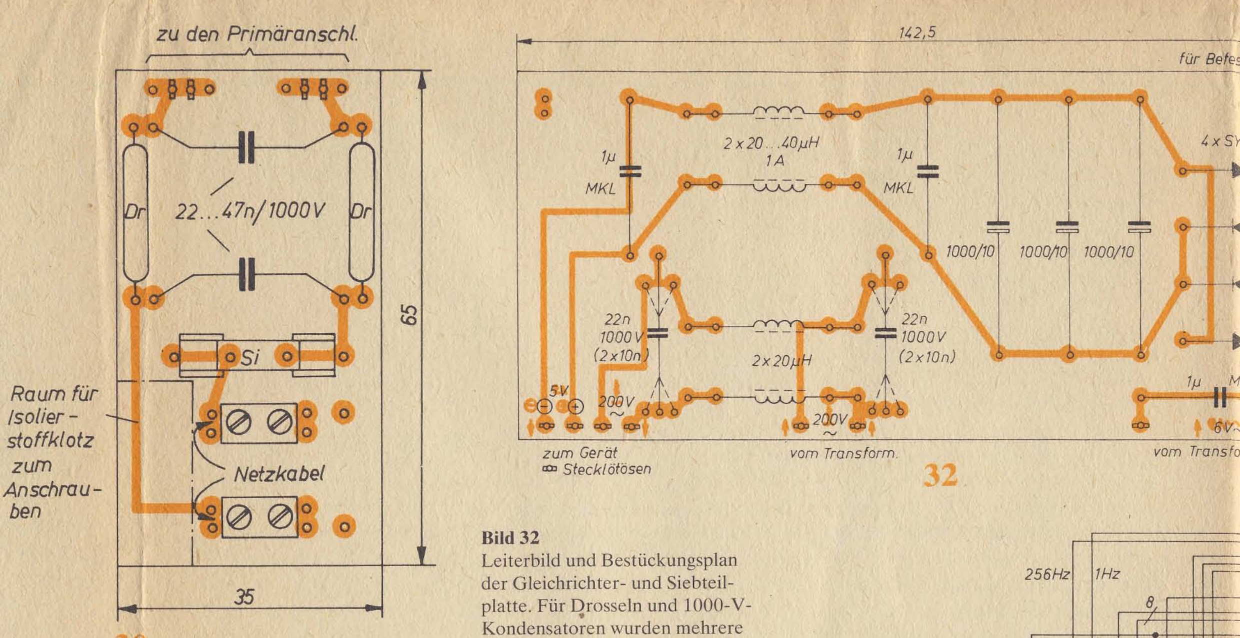
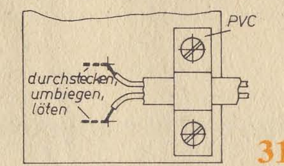


Bild 32
Leiterbild und Bestückungsplan der Gleichrichter- und Siebteilplatte. Für Drosseln und 1000-V-Kondensatoren wurden mehrere Lötaugen vorgesehen. MKV rechts unten muß MKL heißen



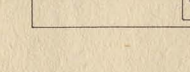


Bild 26
Nachrüstbare Sekundenanzeige

Bild 27
Sekundenanzeigeplatte; Bestückungsplan und Hinweis auf die Widerstandsmontage

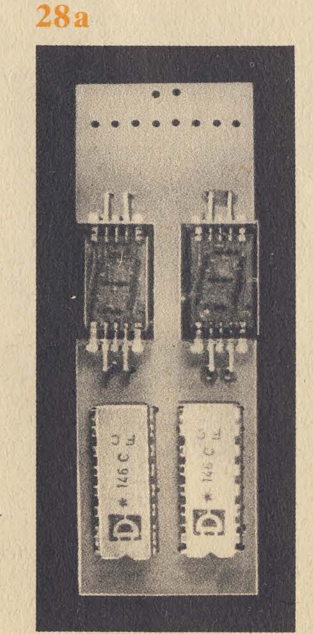
Bild 28
Ansichten des Versuchsmusters zu Bild 27 (14 Widerstände, teilweise verdeckt); Zuordnung der Sekundenanzeige im fertigen Gerät siehe Titelbild!

Bild 29
Montageplatte für die beiden Transformatoren und für die Netzanschlußplatte nach Bild 30

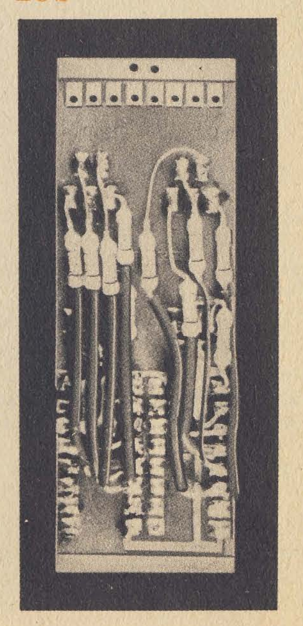
Bild 30
Netzanschlußplatte, Bestückungsplan und Leiterbild

Bild 31
Kabelbefestigung (Möglichkeit)

28a



28b



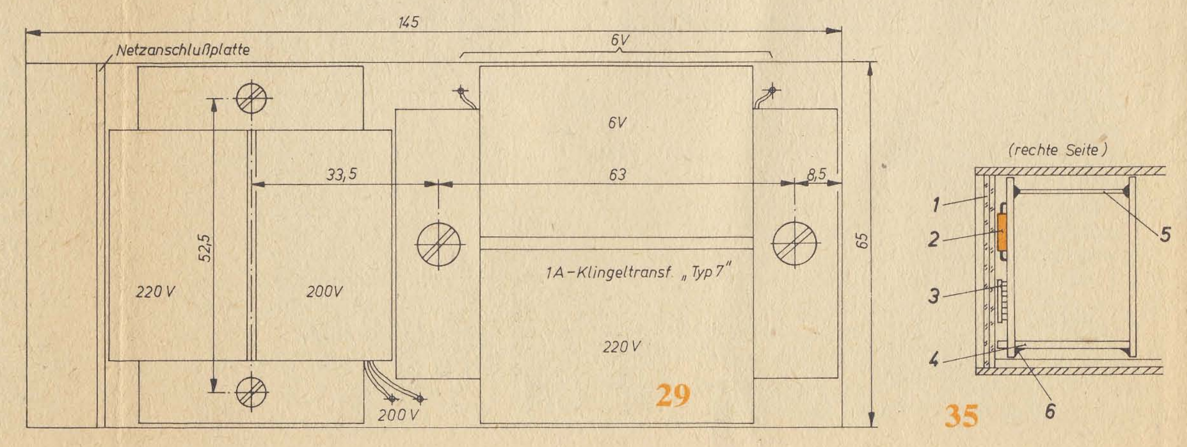
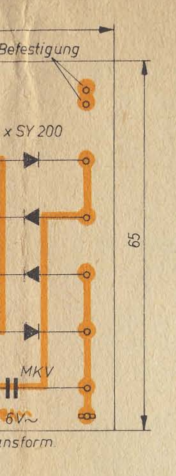
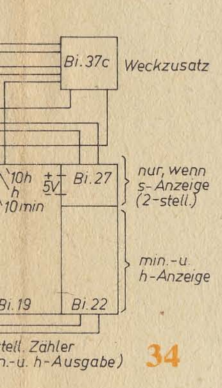


Bild 33
Stromlaufplan der gesamten Stromversorgung. Bitte vor den netzseitigen Drosseln 22 ... 47 nF nachtragen (vgl. Bi. 30)

Bild 34
»Gruppenverbin
Uhr. Bitte Verbi
Bild 19 »min-Ta





erbindungsplan« der
erbindung Bild 25 –
n-Takt« nachtragen

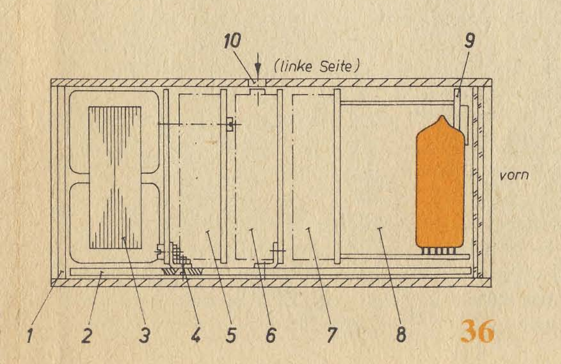
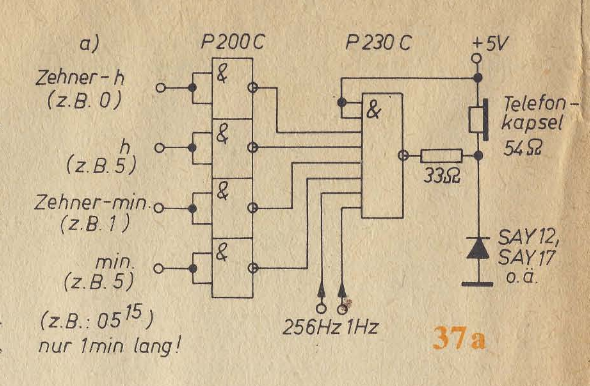


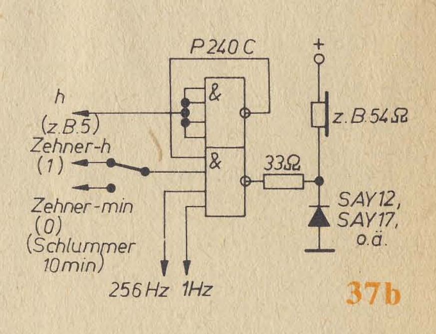
Bild 35
Montage der Sekundenanzeigeplatte (Ansicht auf rechte Seite der Uhr): 1 – Frontscheibe mit Rotfolie, 2 – VQB 71, 3 – P 147 C, 4 – Röhrenanzeigeplatte mit Ausschnitt, 5 – 1-mm-Draht (ggf.), 6 – Lötkehlen

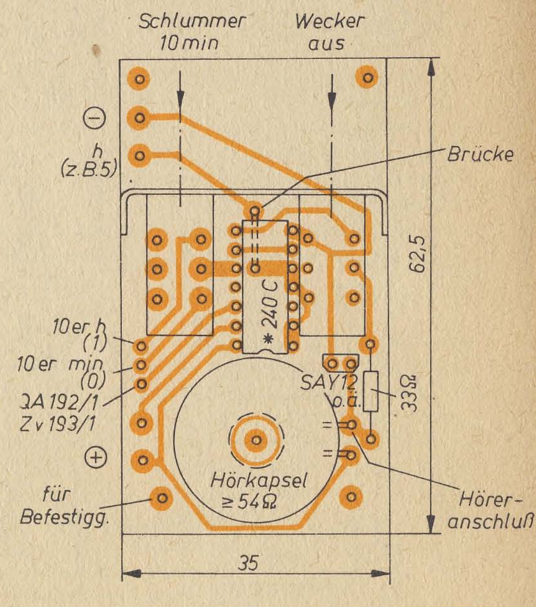
Bild 36
Schnittdarstellung der Uhr, Blick von links: 1 – Rückwand, 2 – Trägerplatte, 3 – 1-A-Transformator, 4 – Befestigungswinkel, 5 – Gleichrichter- und Siebteil, 6 – Takterzeugung, 7 – Ansteuerung, 8 – Minuten/Stunden-Anzeige, 9 – Sekundenanzeige, 10 – Tastenlöcher

Bild 37
Weckzusatz mit Sekundenrhythmus: a – minutengenau, aber nur 1 min langer Weckton; b – einfache Lösung für volle Stunden, mit »Schlummertaste« (Wiederholung des Weckens nach 10 min, dann bis zur nächsten vollen Stunde), im Versuchsmuster benutzt, weckt bei gedrückter Schlummertaste auch 15^{10} Uhr

Bild 38
Leiterbild und Bestückungsplan zu Bild 37b; wird rechts vorn rechtwinklig zur Sekundenanzeigeplatte montiert; für den Ohrhörer ist eine Schallöffnung im Gehäuse vorzusehen.







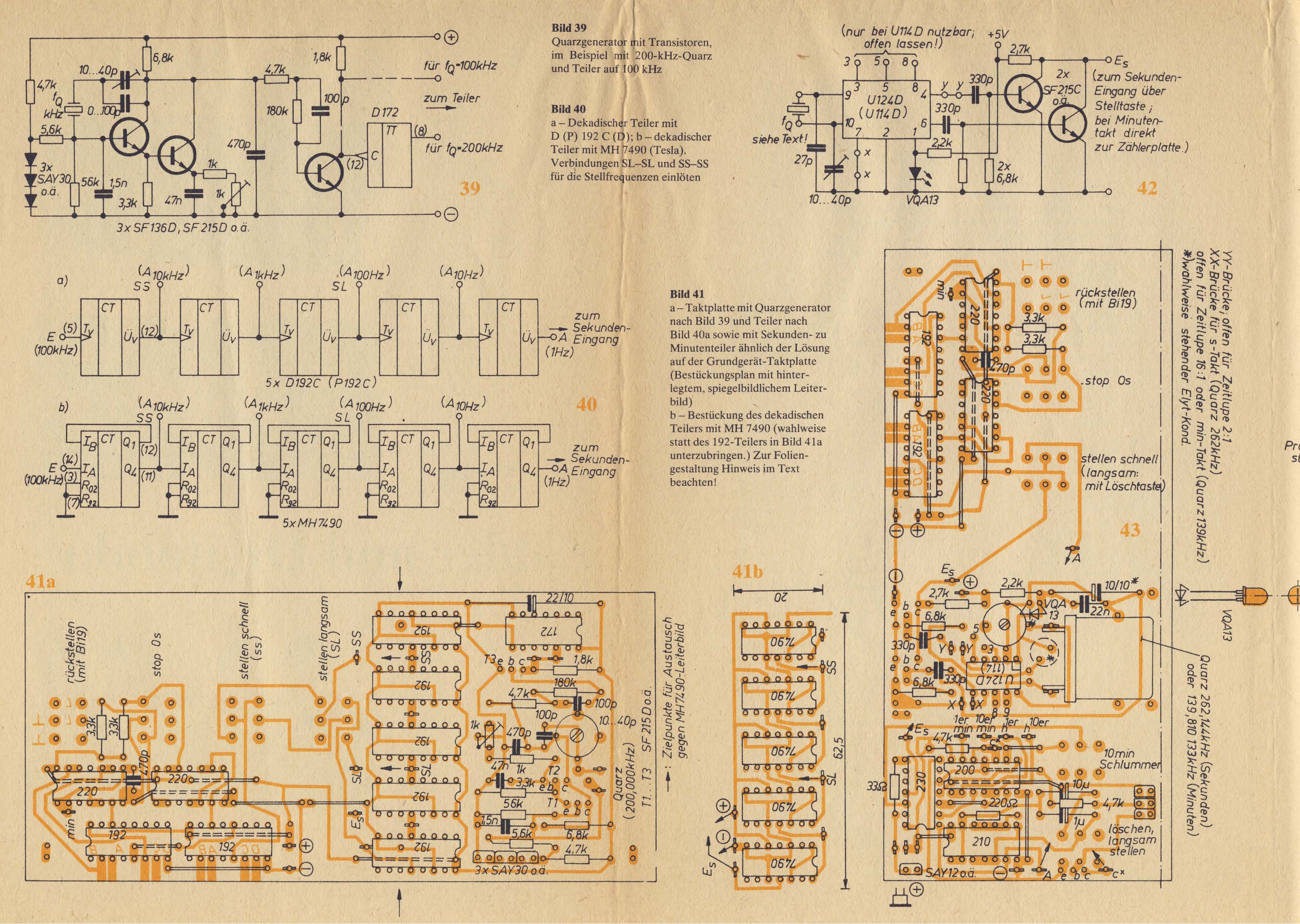
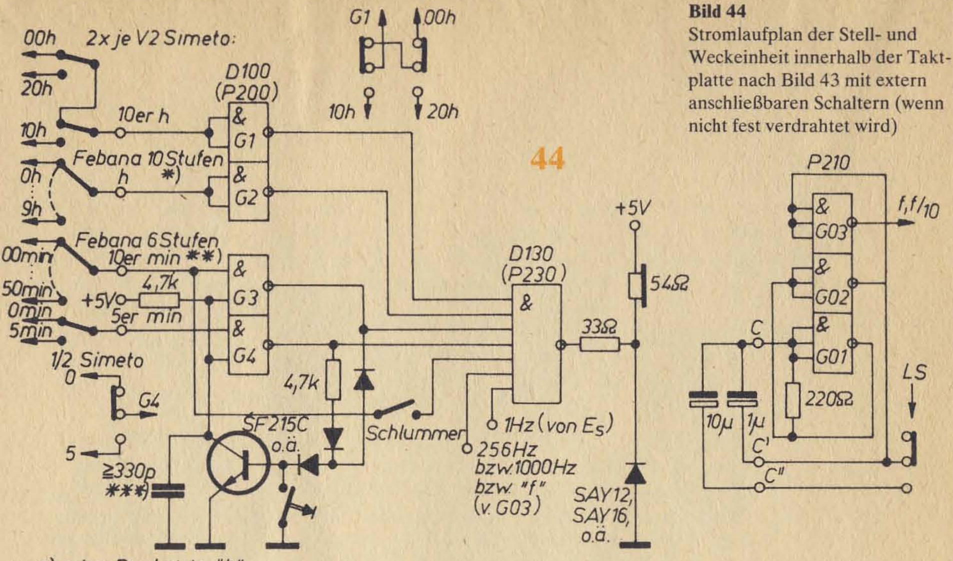


Bild 39
Quarzgenerator mit Transistoren, im Beispiel mit 200-kHz-Quarz und Teiler auf 100 kHz

Bild 40
a – Dekadischer Teiler mit D (P) 192 C (D); b – dekadischer Teiler mit MH 7490 (Tesla). Verbindungen SL–SL und SS–SS für die Stellfrequenzen einlöten

Bild 41
a – Taktplatte mit Quarzgenerator nach Bild 39 und Teiler nach Bild 40a sowie mit Sekunden- zu Minutenteiler ähnlich der Lösung auf der Grundgerät-Taktplatte (Bestückungsplan mit hinterlegtem, spiegelbildlichem Leiterbild)
b – Bestückung des dekadischen Teilers mit MH 7490 (wahlweise statt des 192-Teilers in Bild 41a unterzubringen.) Zur Foliengestaltung Hinweis im Text beachten!



*) oder Bu-Leiste "h"
**) oder Bu-Leiste "10min" (s. Bild 45)
***) leiterseitig montiert

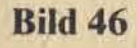


Bild 44
Stromlaufplan der Stell- und Weckeinheit innerhalb der Taktplatte nach Bild 43 mit extern anschließbaren Schaltern (wenn nicht fest verdrahtet wird)

Bild 46
Batterieautomatik für kurze Netzausfälle, Stromlaufplan

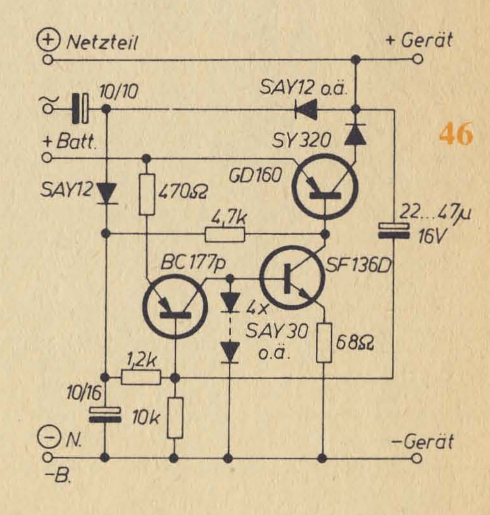
Bild 47
Leiterplatte der Batterieautomatik

Programm-stecker
o o o o o o o o o o
o o o o o o o o o o h-Bu-Leiste
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
o o o o o o
o o o o o o 10min-Bu-Leiste

Bild 42
Quarzgenerator mit CMOS-IS U 124 D (U 114 D), Stromlaufplan mit Frequenzverdoppler- und TTL-Anpaßstufe (diese ist auch zum externen Anschluß einer Quarz-Zeigeruhr mit diesem oder einem ähnlichen Schaltkreis geeignet, der 2-s-Impulse ausgibt)

Bild 43
Taktplatte mit U 124 D (U 114 D) nach Bild 42 und (für Sekundenausgang) mit Teiler ähnlich LC-Taktplatte (entfällt bei Minutentakt aus dem Quarzgenerator, s. Text) sowie mit Weck- und Stelleinheit nach Bild 44

Bild 45
Vereinfachte Weckzeit-Wahlschaltung über Buchsenleiste



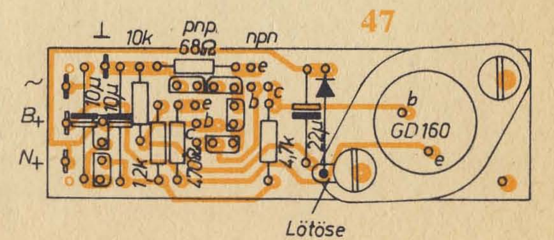


Bild 42: Je nach Quarz (Sekunden- oder Minutentakt) Text sorgfältig beachten! Für die Minutenvariante konnten aus Platzgründen keine kompletten Umrüstinformationen bezüglich Stellfunktion usw. gegeben werden. Die VQA 13 muß im Betrieb nicht leuchten, sie ist nur Überspannungsschutz. Am IS sollen etwa 1,5 V Betriebsspannung zu messen sein.

Bild 43: In das nicht bezeichnete freie Lochpaar zwischen U 124 D und Quarz sind die in Bild 42 enthaltenen 27 pF einzusetzen. Im Weckteil leiterseitig auf die in der typofix-Folie nachgetragenen Leiterpartien an der Diodengruppe die beiden zusätzlich nötigen Plastdioden (SAY 30 o. ä.) auflöten, Anoden am gemeinsamen Leiter, von den freien Anschlüssen Drahtverbindungen zu den Gatterausgängen für Einer- und Zehnerstunden legen, vergleiche Bemerkung zu Bild 44! Zur Signalisierung des »Schlummerzustands« (Selbsthaltung) kann mit Katode an c^x eine VQA 13 montiert werden, R_v nach +5 V etwa 680 Ω. Verbindungsdrähte c^x-c^x, A–A nicht vergessen! »E_S« von Weckteil nicht mit »E_S« von Quarzteil verbinden, sondern mit Q_A des ersten 192! Wecker- und Generatorteil sind auf der Leiterplatte getrennt vom Teilerteil angeordnet, daher Stromversorgungsanschlüsse miteinander verbinden; 100/10 parallel 47 n (keramisch) vorsehen.

Bild 44: Die bereits unter Bild 43 erwähnte Ergänzung ist einzutragen, d. h. je eine Diode nach Ausgang G1 und Ausgang G2 vom Verbindungspunkt der drei vorhandenen Dioden aus (wie die nach G3). Ohne sie wird jede Stunde automatisch Wecken ausgelöst!

Bild 46: Die Dimensionierung dieser Automatik hängt stark von den U-Bereichen von Netzeinheit und Stützbatterie ab, sonst fließt ständig Ruhestrom. Die Zeitkonstanten beeinflussen das Übergangsverhalten. Daher für den vorliegenden Fall (4 Monozellen und Klingeltransformator) dies ändern: 10/16 in 1/16 (1/40), 1,2 k in 560 Ω, 10 k in 4,7 k, 22 … 47/16 in 10 … 22/16.

Zur typofix-Folie (»Blatt 3«): Die links angeordnete Generatorplatte mit 192-Teiler mußte wegen der darunterliegenden 7490-Variante unten gekürzt werden, ebenso in der Breite (wie auch die rechte). Beide Generatorplatten sind im Zuschnitt auf die Außenmaße 65 mm × 142,5 mm zu vergrößern. Bezugskanten: oben und innen.

9. Wichtigste Bauelemente und Bezugsquellen

9.1. Rundenzähler

2 × P 192 C; 2 × P 147 C; 2 × VQB 71; 1 × P 200 C; 1 × Tastenschalter, 2 Einzeltasten – unabhängig rastend; 1 × 2 Umschalter. Für den Rundenzähler ist mindestens in Wermsdorf sowie in einigen RFT-Amateur-Filialen (Berlin, Erfurt, Leipzig) ein typofix-electronic-special-Blatt im Format A 5 für 1,65 M mit den ätzfesten Abreibebildern für 2 Rundenzähler erhältlich, das folgende Platten enthält: 3 × Zählerplatte, 1stellig, 1 × Tastenplatte, 2 × Anzeigeplatte, 2stellig (1 × davon ohne Tastenseite), Bestellbezeichnung: typofix-Blatt Digitaluhr und Rundenzähler (Bauplan Nr. 40) Blatt 2. Dieses Blatt enthält außerdem die bei Bauplan 40 schon vorhandenen Zusatzteile der Uhr (s. Abschnitt 9.2.).

9.2. Digitaluhr

IS-Mindestbestückung: 6 × P 195 C; 3 × P 274 C; 1 × P 210 C; 4 × P 220 C; 1 × P 240 C; 2 × P 192 C; 2 × P 193 C; 29 Transistoren SS 201 (SS 202), 2 Transistoren SS 216 o. ä.
Sekundentakt: 2 × P 147 C; 2 × VQB 71 (oder – ohne Leiterplatte und Stromlaufplan in diesem Bauplan –, falls erhältlich, 2 × MH 74 141; 2 × Z 590 M).

Für die Grundausstattung der Digitaluhr stehen die ätzfesten Abreibebilder aller Baugruppen-Leiterplatten auf einem typofix-electronic-special-Blatt im Format A 4 (2,35 M) zur Verfügung, Bezugsquellen wie beim Rundenzähler. Es enthält: Gleichrichter- und Siebteil, Takterzeugung/Stellen, Ansteuerung, Röhrenanzeige. Erweiterung s-Anzeige mit VQB 71, Netzanschluß und Weckerplatte befinden sich aus Platzgründen mit auf dem Rundenzählerblatt. Bestellbezeichnung wie 9.1., aber Blatt 1.

9.3. Quarzzeitbasis

Zum vorliegenden Bauplan entstand neu das »typofix«-Blatt »Quarzgeneratoren und Frequenzteiler (Bauplan 44)«, Format A 5. Quarzbestellungen nimmt der Konsum-Elektronik-Versand Wermsdorf entgegen; für 1980 sind begrenzte Mengen 100 kHz und der beiden für den U 124 D nach Bauplanlösung möglichen Typen mit dem Quarzhersteller vereinbart worden.